



**ARCAL**

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

**INFORME ANUAL**

**País: PANAMÁ**

**Compilado por**

***Reynaldo A. Lee V.***

***Coordinador Nacional ARCAL***

***Aportes de: SENACYT, ION, IDIAP, MIDA, UTP, SNE, GORGAS, CENAMEP, UP, COPEG***

***Marzo 2020***



## ARCAL

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

### INDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	2
2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL.....	3
3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO.....	4
4. ANEXOS.....	52



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Durante el periodo 2019 del programa del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear para América Latina y el Caribe (ARCAL), Panamá participó activamente en trece (13) proyectos regionales en tareas tales como reuniones regionales de coordinación, cursos de entrenamiento, visitas científicas de expertos y reuniones del programa de cooperación internacional con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Estos esfuerzos a nivel regional brindan nuevos conocimientos para mejorar los procedimientos y técnicas nucleares fortaleciendo las capacidades nacionales y la mejora en la calidad de los servicios que se brinda al conjunto de la sociedad.

Las instituciones nacionales que participaron en la ejecución y finalización de los proyectos regionales de los ciclos 2016-2017 y 2018-2019, se enuncian a continuación:

- Instituto Oncológico Nacional (ION)
- Comisión para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG)
- Secretaria Nacional de Energía (SNE)
- Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP)
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA)
- Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudio de la Salud (GORGAS)
- Universidad de Panamá (UP)
- Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP-AIP)
- Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT)

Las áreas temáticas que se han priorizado de acuerdo con el Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe (PER 2016-2021) y el Marco Programático Nacional en el periodo 2019 son las siguientes:

### **ENERGIA (1)**

1. *RLA/2/016 Apoyo para la formulación de planes de desarrollo de energía sostenible a nivel subregional - Fase II (ARCAL CLIII).*

### **SALUD HUMANA (2)**

2. *RLA/6/077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII).*
3. *RLA/6/079 Utilización de técnicas de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños (ARCAL CLVI).*

### **SEGURIDAD ALIMENTARIA (4)**

4. *RLA/5/068 Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL).*
5. *RLA/5/076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV).*
6. *RLA/5/077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII).*



## ARCAL

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

7. *RLA/5/078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el uso de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII).*

### **MEDIO AMBIENTE (1)**

8. *RLA/7/023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV).*

### **TECNOLOGÍA CON RADIACIÓN (3)**

9. *RLA/1/013 Creación de conocimientos especializados en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos, y reducir las repercusiones ambientales de la industria (ARCAL CXLVI).*
10. *RLA/1/015 Armonización de los sistemas de gestión integrada y los procedimientos de buenas prácticas de irradiación en las instalaciones de irradiación (ARCAL CLX).*
11. *RLA/1/016 Certificación de los métodos de medición de flujo y las técnicas de calibración de los medidores de flujo utilizados en las industrias del petróleo y el gas por los radiotrazadores (ARCAL CLXI).*

### **GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO (2)**

12. *RLA/0/059 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXII).*
13. *RLA/0/062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII).*

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

El Coordinador Nacional por Panamá participó de las siguientes reuniones:

- a. Asistencia al Taller “Uso de técnicas de isótopos estables para el monitoreo y las intervenciones para mejorar la nutrición del niño pequeño en las regiones Metropolitana de Salud y San Miguelito. Panamá 2019”, del 18 al 22 de marzo de 2019, en el aula 1 del CRECS, de Instituto Conmemorativo Gorgas Estudios de la Salud (ICGES).
- b. XX Reunión del Órgano de Coordinadores Técnicos del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) realizada en Varadero, Cuba del 20 al 24 de mayo de 2019.
- c. Participación del como Contraparte Estratégica al Taller Regional sobre Innovación Institucional y elaboración de Alianzas en el Sector Nuclear, realizados del 19 al 23 de agosto en Argonne National Laboratory.
- d. Asistencia a la Reunión Final de Coordinación del Proyecto RLA/7/022 Fortalecimiento de la monitorización y respuesta regionales para la sostenibilidad de entornos costeros y marinos (ARCAL CXLV), del 14 al 18 de octubre de 2019, Ciudad de Panamá, Panamá.
- e. Se realizó el Taller de Conceptos de Proyectos de Regionales ARCAL para el Ciclo 2020-2023, los días 21 y 22 de octubre de 2019, en Ciudad de Panamá, Panamá.
- f. Coordinación y apoyo a las instituciones nacionales en el proceso de adhesión de los proyectos regionales ARCAL aprobados, para el nuevo ciclo de proyectos 2020-2021.



## ARCAL

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

- g. Gestión y Coordinación del Programa ARCAL para el apoyo de la comunicación, tramitación y aprobación de Cursos, Talleres y Visitas de Expertos con las contrapartes nacionales de los proyectos regionales ARCAL.

### 3. RESULTADOS

*RLA/0/059 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXII).*

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

- a) Durante el periodo 2019, como contraparte ejecutiva del proyecto RLA/0/059 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXII), se realizó del 20 al 24 de mayo la Reunión XX del Órgano de Coordinadores Técnicos de ARCAL (OCTA), en la que participamos como Coordinador Nacional por Panamá. Se participó en el grupo de Alianzas Estratégicas en la que se acordó poder crear la primera alianza entre ARCAL y el CIEMAT de España siendo este nuestro socio estratégico y poder formalizar a través de un acuerdo. Además, se participó en el grupo de Salud en la que estuvimos analizando las áreas dentro del PER 2016-2021 que no se formularon proyecto poder adecuarlas para la realidad de la región, con la intención de que se puedan presentar propuestas regionales de proyectos.
- b) Recursos aportados por el país al proyecto (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/ 0059 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	€500.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	€120.00 €600.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>€1.220.00</b>

**2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS**

El impacto de la XX Reunión del OCTA fue el inicio para establecer los temas de las áreas temáticas que se iba a trabajar para la nueva convocatoria de proyectos regional ARCAL para el ciclo 2022-2023, siendo esto de gran importancia debido a que es la punta pie inicial de cada bienio para la presentación de nuevos proyectos para la región.



### 3.- RESULTADOS

En cuanto a los resultados Panamá pudo proponer nueve (9) propuestas de proyecto regionales ARCAL para el ciclo 2022-2023 lo que será la mayor cantidad de propuestas desde el 2016 en la que estamos como Coordinador Nacional ARCAL de Panamá

#### A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

Actualmente no tuvimos dificultades con dicho proyecto, todo se ha gestionado en los tiempos establecidos.

*RLA/0/062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII).*

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Presentar un resumen de la participación en el proyecto:

- a) Panamá inició su participación del Proyecto RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII) este año 2019, luego que inicialmente no estábamos coordinados, debido a que en Panamá no tenemos alguna comisión o dirección en temas relacionados al sector nuclear, sin embargo tenemos una autoridad reguladora dentro del Ministerio de Salud, la cual es la responsable por todos los temas de fuentes no ionizantes en el país especialmente en el tema de Salud Humana.

A pesar de esto la recomendación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), fue evaluar la participación del ente coordinador, en este caso la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) y acompañada de una institución con conocimiento de temas nucleares e incluimos a la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) como contraparte técnica.

Luego de gestionar los responsables como contrapartes del proyecto ambas instituciones nacionales establecieron trabajar conjuntamente para apoyarnos en como generar alianzas con otras instituciones nacionales e internacionales, gracias a la participación del Taller Regional sobre Innovación Institucional y elaboración de Alianzas en el Sector Nuclear, realizados del 19 al 23 de agosto en Argonne National Laboratory.

Este taller nos brindó un acercamiento a las distintas áreas dentro de un centro de investigación y laboratorios que pueden coordinar tanto las instituciones nacionales, internacionales y la empresa privada para generar sinergia en beneficio de la población.

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

Los recursos aportados fue el tiempo de ambas contrapartes, SENACYT y UTP, para la participación del taller Regional sobre Innovación Institucional y elaboración de Alianzas en el Sector Nuclear y las reuniones posteriores entre ambas instituciones que generaron una participación en el Taller de Conceptos de Proyectos Regionales ARCAL para el ciclo 2022-2023, alrededor de dos mil setecientos cincuenta con 00/100 (B/.2750.00).



## ARCAL

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

### VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/ 0062 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	500.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	2,600.00 1,900.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>5,000.00</b>

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

El acercamiento entre las instituciones nacionales relacionadas al tema nuclear ha generado un mayor colaboración para desarrollar aperturas entre los centros de investigación, la academia y la industria en este caso hemos podido realizar acuerdos interinstitucionales para el apoyo, visitas y acompañamiento de los expertos en temas de protección radiológica y los impactos de las aplicaciones nucleares en varias áreas de interés como salud humana, seguridad alimentaria, agricultura y medio ambiente.



Así mismo pudimos incluir una nueva universidad pública para formar parte de la Red Latinoamericana para la Educación y la Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT) y que puedan aprovechar capacitaciones, becas y cursos virtuales que pueda ayudar a la formación de docentes en temas de aplicaciones y tecnologías nucleares.

### 3.- RESULTADOS

Con este proyecto se espera mayor participación articulada entre las instituciones públicas para elaborar nuevos proyectos de cooperación y acercamientos tanto a la sociedad que pueda generar beneficios socio económicos y con mayor impacto.

#### A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

Con respecto al proyecto se comprende que ha tenido distintos cambios inicialmente con el DTM que fue cambiado, posterior a la primera reunión de coordinación el cual tuvo ciertas demoras en las planificaciones de las actividades. Luego se elaboran una reunión para la formulación y elaboración de las guías que sería presentadas en un taller que fue reprogramado del año 2018, pero no se tuvo continuidad sobre dichas guías. A pesar de esto considero que con la visita a ARGONNE National Laboratory se ha podido establecer un punto de inflexión para la continuidad del proyecto regional.

*RLA/1/013 Creación de conocimientos especializados en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos, y reducir las repercusiones ambientales de la industria (ARCAL CXLVI).*

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Panamá es parte de los países miembro y participante en el proyecto ARCAL RLA/1/013 Creating Expertise in the Use of Radiation Technology for Improving Industrial Performance, Developing New Materials and Products, and Reducing the Environmental Impact of the Industry (ARCAL CXLVI)”

Se asistieron a los siguientes talleres:

“Taller regional sobre el desarrollo de material funcional por medio de la tecnología de radiación para aplicaciones agrícolas, cuidado de la salud y aplicaciones ambientales (ME-RLA1013-1807590). Participantes: Dr. Alexander Esquivel (CIHH-UTP). El mismo fue organizado por el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Celebrado en São Paulo Brasil del 22 al 26 de abril del 2019.

“Taller Regional sobre Tecnologías Avanzadas Emergentes para Aplicaciones Industriales”. Participantes: Dr. Alexander Esquivel (CIHH-UTP). Lugar: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares ININ en Toluca, Estado de México. Del 15 al 19 de julio de 2019.

Se participó en Reunión final de coordinación del Proyecto ARCAL RLA 1013 Participantes: Dr. Reinhardt Pinzón (CIHH-UTP). Lugar: Viena Austria. Celebrada del 2 al 6 de diciembre de 2019. El propósito de la reunión es revisar el trabajo completado y generar el informe final del proyecto (anexo III).



## ARCAL

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

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

### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/ 1013 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	200
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	0
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	5000
<b>TOTAL</b>		<b>5,200.00</b>

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

Con la participación del Dr. Esquivel del CIHH en los diferentes talleres llevados a cabo en Brasil y México (ver anexo I y II), se busca el contar con recurso humano capacitado en estas técnicas y ser un vocero y transmisor de las bondades y beneficios del uso de las mismas en las diferentes áreas de desarrollo industrial, comercial y ambiental presentes en Panamá.



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

Se requiere más divulgación del uso de tecnologías de radiación en la industria panameña. Una manera de solventar lo anterior es a través de foros y congresos donde se invite a los actores primordiales de las empresas tales como cementeras, licores, el Canal de Panamá, y plantas de tratamiento de aguas residuales. La otra oportunidad de mejoramiento es la obtención de licencias o permisos del uso de fuentes ionizantes (selladas o no selladas) para el uso de estas tecnologías. Actualmente, el proceso de adquirir estos permisos a través de la autoridad reguladora del MINSA (Ministerio de Salud) requiere el cumplir con varios puntos que exigen el contar con recursos humanos (encargados de protección radiológica, por ejemplo), y materiales, protocolos, etc. Produciendo que se invierta tiempo en estos detalles que conlleva a replantearse los cronogramas de desarrollo de los proyectos. Una alternativa viable para solventar esto último es crear sinergia con un socio estratégico que tenga ya los permisos o licencias para el manejo de fuentes ionizantes, como es el caso del Canal de Panamá, quien, como entidad encargada del recurso hídrico del canal, constituye una parte interesada a colaborar con la UTP.

#### **ANEXO I**

Taller regional sobre el desarrollo de material funcional por medio de la tecnología de radiación para aplicaciones agrícolas, cuidado de la salud y aplicaciones ambientales (ME-RLA1013-1807590). Participantes: Dr. Alexander Esquivel (CIHH-UTP). El mismo fue organizado por el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Celebrado en São Paulo Brasil del 22 al 26 de abril del 2019.

La Universidad Tecnológica de Panamá mediante el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) tuvo la oportunidad de participar en el Taller regional sobre el desarrollo de material funcional por medio de la tecnología de radiación para aplicaciones agrícolas, cuidado de la salud y aplicaciones ambientales (ME-RLA1013-1807590). El mismo fue organizado por el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Celebrado en São Paulo Brasil del 22 al 26 de abril del 2019.

Esta actividad tuvo la participación de 11 países tales como: Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México, Panamá, Perú, Uruguay y Brasil país sede del taller. El mismo se da en el marco del proyecto liderizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) "La creación de conocimientos técnicos sobre el uso de la tecnología de las radiaciones para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos y reducir el impacto medioambiental de la industria (ARCAL CXLVI)".

Por Panamá nuestra representación se dio, por parte del Dr. Alexander Esquivel Coordinador de la Unidad de Gestión Ambiental del CIHH de la UTP quien tuvo la oportunidad de compartir los adelantos que se están dando en el Centro en la Aplicación de Técnicas nucleares específicamente el área de Trazadores Ambientales, Hidrología Isotópica y Datación de Sedimentos, de igual forma los trabajos que se están llevando con Isótopos Naturales y Artificiales.

El Dr. Esquivel señaló "que estamos en una fase de incrementar nuestras fortalezas como Centro referente en la aplicación de técnicas analíticas nucleares por la constante capacitación y formación del personal; así mismo, es un buen momento para involucrar más a las empresas en el uso de estas técnicas para mejorar la calidad de sus productos y que no son destructivas. Es importante resaltar que estas técnicas tienen usos y fines pacíficos, y que han alcanzado un notable desarrollo en campos como la medicina, ya que son utilizados para irradiar productos como: sangre, instrumentos médicos, hidrogel



para tratamiento de quemaduras, medicina diagnóstica, trazadores, entre otras. En el área de los alimentos se puede lograr un mejor rendimiento y calidad de los víveres, sin representar un riesgo para salud de las personas, en definitiva, son aplicaciones y técnicas que se podrían aprovechar de mejor manera en nuestro país. ”

El Taller culminó con una lluvia de ideas dejando un claro mensaje a las regiones de Suramérica, Centroamérica y el Caribe sobre las prácticas de estas técnicas y aplicaciones nucleares que bien utilizadas son positivas para el medio ambiente, la salud, la industria y sobre todo para el ser humano en general.



1. Dr. Esquivel (centro en la 3 fila de arriba hacia abajo) en el IPEN de Brasil.

## ANEXO II

“Taller Regional sobre Tecnologías Avanzadas Emergentes para Aplicaciones Industriales”.  
Participantes: Dr. Alexander Esquivel (CIHH-UTP). Lugar: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares ININ en Toluca, Estado de México. Del 15 al 19 de julio de 2019.

La Universidad Tecnológica de Panamá, expone desde México sobre el “Uso de Técnicas Analíticas Nucleares en Panamá.

La Universidad Tecnológica de Panamá mediante el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) tuvo la oportunidad de participar en el “Taller Regional sobre Tecnologías Avanzadas Emergentes para Aplicaciones Industriales”.

El mismo fue organizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y celebrado en la ciudad de Toluca, Estado de México, México, del 15 al 19 de Julio del 2019.



## ARCAL

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

Este evento se da en el marco del proyecto RLA1013, "Creating Expertise in the Use of Radiation Technology for Improving Industrial Performance, Developing New Materials and Products, and Reducing the Environmental Impact of the Industry (ARCAL CXLVI)", liderizado por la cooperación técnica de El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Esta actividad tuvo la participación de 9 países tales como: Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, Cuba, Panamá, Perú, República Dominicana y México país sede del taller.

Por Panamá nuestra representación se dio, por parte de Dr. Alexander Esquivel Coordinador de la Unidad de Gestión Ambiental del CIHH de la UTP quien tuvo la oportunidad de compartir el tema "Uso de Técnicas Analíticas Nucleares en Panamá.

El Dr. Esquivel manifestó lo importante que es el conocimiento adquirido en las distintas exposiciones que se dieron durante este taller donde se pudo divulgar las ventajas de las tecnologías avanzadas emergentes y sus potenciales usos para dar respuesta en diferentes escenarios del conocimiento, así como emplear estas tecnologías avanzadas emergentes en aplicaciones sanitarias y ambientales específicas, e impulsar junto con otros representantes de centros de investigación. Agregar que el Dr. Esquivel, es miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI) bajo el auspicio de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).

El investigador del CIHH DE LA UTP expuso el tema "Uso de Técnicas Analíticas Nucleares en Panamá" y resaltó que el uso de estos métodos de forma pacífica puede llegar a generar diversos beneficios como es el caso de países como México y Perú quienes apuestan por el buen uso de estas técnicas nucleares y ya cosechan resultados positivos".

En nuestro caso manifestó el Dr. Esquivel que "Panamá" especialmente desde el Centro de Investigaciones Hidráulica e Hidrotécnicas CIHH de la UTP, han desarrollado proyectos donde se aplica el uso de trazadores para determinar la eficiencia de los diferentes componentes de las plantas de tratamiento de aguas.

Destacó que "vamos en buena línea y que una vez se cuente con las licencias necesarias, se podrá explotar todo el conocimiento adquirido y ponerlo en práctica y sacarle un mayor beneficio para el país



## ARCAL

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



1. Visita al Reactor TRIGA Mark III - Toluca México

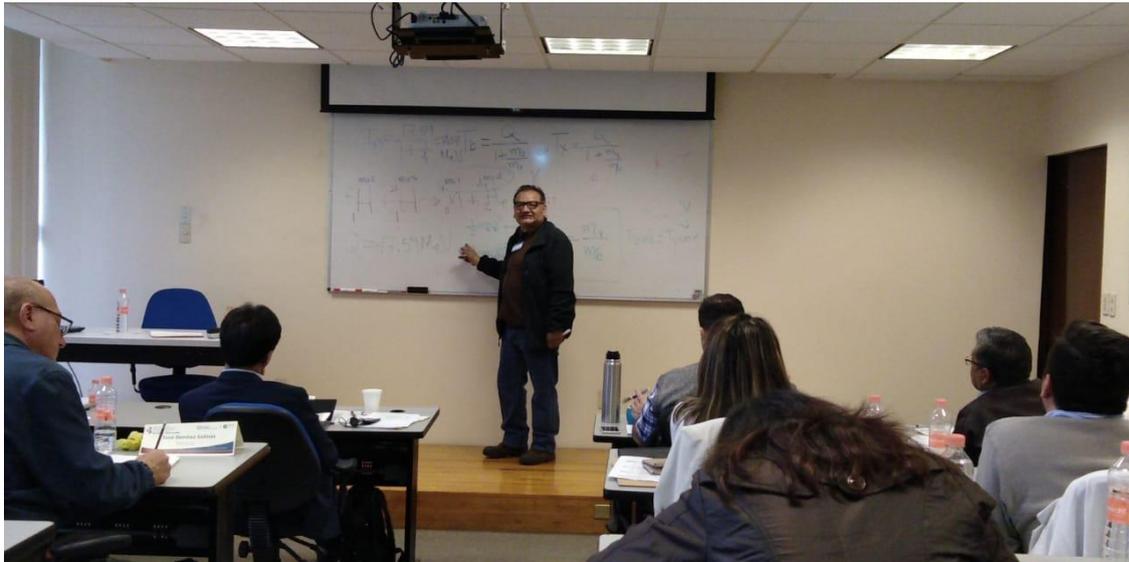


2. Conferencia por el Experto de la IAEA, JUNG SUNG HEE



## ARCAL

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



3. Conferencia por el Experto del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)



4. Entrega de Constancia de participación en el Workshop realizado en Toluca México



## ARCAL

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

### ANEXO III

Reunión final de coordinación del Proyecto Arcal RLA 1013 Participantes: Dr. Reinhardt Pinzón (CIHH-UTP). Lugar: Viena Austria. Celebrada del 2 al 6 de diciembre de 2019.

Panamá presente en la reunión final de coordinación del Proyecto Arcal RLA 1013, desde Viena Austria.

Crean reporte final países miembros del proyecto Arcal RLA 1013

El Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) participó de la reunión final de coordinación del Proyecto Arcal RLA 1013 "Creating Expertise in the Use of Radiation Technology for Improving Industrial Performance, Developing New Materials and Products, and Reducing the Environmental Impact of the Industry (ARCAL CXLVI)". Celebrada del 2 al 6 de diciembre de 2019, en la ciudad de Viena Austria.

Panamá realizó su participación en la persona del Dr. Reinhardt Pinzón investigador por el (CIHH), y contraparte nacional en esta colaboración quién manifestó que "el propósito de la reunión fue revisar el trabajo completado y acordado en el plan de cuatro años de compromisos y actividades iniciadas desde el 2016".

A este importante encuentro, también asistieron las instituciones homólogas de: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, México, Perú y Uruguay, y Panamá, quienes aplican tecnología de radiación (haz de electrones, rayos gamma y rayos X) y tecnología de radioisótopos con radiotrazador y fuentes selladas con radiación en América Latina y el Caribe.

Los representantes de cada país tuvieron la oportunidad para presentar sus avances y actividades realizadas dentro del marco del Proyecto RLA 1013. El producto final fue el reporte que se concretó con el aporte de todos los participantes de la reunión.



## ARCAL

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



1. Grupo de los participantes de los estados miembros colaboradores del Proyecto. (Dr. Reinhardt tercero de derecha a izquierda en la foto).



*RLA/1/015 Armonización de Sistemas Integrados de Gestión y de Procedimientos de Buenas Prácticas en Plantas de Irradiación.*

## **INTRODUCCIÓN**

Gran parte de los países de la región utilizan la tecnología de irradiación para tratar diferentes productos con distintos objetivos en función de sus características distintivas. Sin embargo, es fundamental aplicar buenas prácticas de irradiación para que las ventajas inherentes al proceso sean efectivas. Dado que la efectividad del proceso está íntimamente asociada a la aplicación de la dosis adecuada, es necesario validar mediante procedimientos basados en estándares reconocidos, los resultados de las mediciones deben ser trazables a laboratorios de referencia, y todas las actividades relacionadas deben ser realizadas de acuerdo a procedimientos de buenas prácticas. Para garantizar el cumplimiento eficiente de los objetivos de la instalación, es necesario implementar un sistema de gestión con enfoque en los procesos y la utilización del pensamiento “basado en riesgo”.

La evaluación de desempeño del sistema busca de la mejora, de modo de brindar robustez, confiabilidad y continuidad a la aplicación de las buenas prácticas para que se desarrollen dentro un marco de responsabilidad social, atendiendo a la seguridad de los productos, la protección de las personas, el ambiente y las futuras generaciones.

Durante el año 2019, Panamá ha participado en diferentes actividades, como reuniones y talleres con el objetivo, de mejorar e implementar los estándares internacionales en las buenas prácticas de Irradiación, los cuales fueron:

Entrenamiento nacional “En sistemas integrados de Gestión, en instalaciones con servicios y fuentes radiactivas”, celebrado en la ciudad de Panamá, del 8 al 12 de abril 2019, Dictado por el Licenciado Miguel Irán Alcérreca Sánchez, experto de la Región; con asistencia total de 18 participantes, todos panameños.

Contamos con la participación de funcionarios de COPEG en el taller regional sobre cultura de seguridad y Herramientas de gestión de instalaciones generales, del 11 al 15 de marzo 2019, segundo entrenamiento regional, “En Desarrollo Avanzado, validación y control rutinario de procesos de irradiación industrial”, celebrado del 11 al 15 de noviembre 2019, en Ocoyoacac, México, en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares ININ (México).

Participación de contraparte del proyecto, en reunión final de cierre de proyecto, del 4 al 6 de diciembre 2019, en la sede del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en Viena Austria.

### **1.- RESUMEN EJECUTIVO**

Dentro de las actividades programadas del proyecto RLA-1015, Panamá Participo en los siguientes eventos:

Entrenamiento nacional, ciudad de Panamá, con una participación de 18 profesionales que trabajan dentro de la producción del Insecto estéril con técnica nuclear, “En sistemas integrados de Gestión, en instalaciones con servicios y fuentes radiactivas”

Entre los puntos tocados en el curso:

- El Núcleo, Radiación y Radiactividad, Detección y Medición de la Radiación.
- Magnitudes y Unidades Radiológicas.
- Recorrido dentro de la Planta productora de Moscas estériles y visita a los irradiadores.
- Procedimientos internos de protección radiológica en COPEG.
- Protección Radiológica, irradiación y contaminación.
- Filosofía de Seguridad, Requisitos de Diseño para la Seguridad.
- Sistema de calidad en COPEG y Mapeo de proceso.



- Sistema de Gestión de Instalaciones de irradiación, QMS y Mantenimiento Típico.
- Dosimetría, Cultura de Seguridad, Comunicación y Liderazgo (video y discusión).

Entrenamiento regional en ciudad de México, del 11 al 15 de marzo del 2019, participación del Lic. Rodrigo Chavarría, cultura de seguridad y Herramientas de gestión de instalaciones generales, donde se discutieron los procedimientos mínimos para la seguridad radiológica como:

- Licenciamiento y renovación de licencia.
- Control de fuentes.
- Entrenamiento continuo del personal ocupacionalmente expuesto.
- Vigilancia radiológica personal y vigilancia radiológica de la zona de trabajo.
- Mantenimiento del irradiador y mantenimiento de los equipos asociados.
- Verificación del funcionamiento de los sistemas de seguridad.
- Calibración de detectores, Prueba de Fuga, Visitas a la instalación.
- Manejo de fuentes en desuso, Plan de emergencia, Recarga de fuente radiactiva.
- Simulacros, Seguridad Física, Plan de seguridad
- Plan de respuestas de los primeros actuantes.
- Transporte de fuentes radiactivas.

Entrenamiento regional en ciudad de México, del 11 al 15 de noviembre del 2019, participación del Licenciado José María Gordillo, entrenamiento en Desarrollo Avanzado, validación y control rutinario de procesos de irradiación industrial.

Objetivos generales del entrenamiento:

Mejorar la seguridad y la calidad de los productos irradiados, reforzar la seguridad y la preservación del medio ambiente en las instalaciones de irradiación, favorecer el desarrollo sostenible y el equilibrio regional, contribuir a la percepción del público en general del proceso de irradiación.

Temas específicos tratados en el entrenamiento, procesos de irradiación mediante la norma ISO/11137 dividido en 4 partes:

- Requisitos para el desarrollo, Validación y rutinas de control de un proceso de esterilización para dispositivos médicos.
- Establecimiento de dosis de esterilización,
- Orientación de aspectos dosimétricos.
- Orientación sobre el control de proceso.

Reunión final de Cierre de Proyecto RLA-1015, participación del Ing. José Magallón como Contraparte del Proyecto, en donde se realizó un análisis por país de los avances obtenidos durante la ejecución del proyecto.

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

#### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/1015 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR REFERENCIA	DE	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)		0
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana		0



3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	3.000
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	0
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	7,500
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>10,500.00</b>

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

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

Los aportes de los entrenamientos nos han ayudado a reforzar los conocimientos en materia de seguridad física de las fuentes, seguridad radiológica y la creación e implementación de un sistema de Gestión integrado, en la práctica que involucran radiaciones Ionizantes.

Los entrenamientos, regionales y nacionales que recibimos, ayudaron a fortalecer nuestras capacidades técnicas en materia de Gestión de proceso, seguridad física y radiológica de las fuentes de radiación, fortalecer nuestro procedimientos en materia de mantenimientos y verificación de los puntos más importante dentro de una planta de irradiación, ayudo a nuestro sistema dosimétrico haciéndolo trazable. Gracias al proyecto ya podemos calcular y medir el grado de incertidumbre al momento de realizar un mapeo de dosis en las cámaras del Irradiador.

Este proyecto ayudo a bajar los costos de mantenimiento de los irradiadores, con la implementación de metodologías de un sistema integrado de Gestión.

Aumento los niveles de seguridad radiológica, para el personal que labora con el irradiador y departamentos contiguos.

Todos los conocimientos adquirido desde el inicio del proyecto hasta su finalización en diciembre 2019, ayudo a que COPEG, pasara de un grado de implementación baja a un nivel de implementación media con miras a lograr un grado de implementación alto, esto se vio reflejado en el primer año del proyecto en el producto irradiado por COPEG, “pupa de gusano barrenador del ganado”, los cuales han reflejado



una excelente calidad en laboratorio y el campo, contribuyendo a la misión que por más de 11 años lleva realizando COPEG en el país.

Esto se ve reflejado en el informe final del Proyecto donde se encuentra la línea base con la que inicia cada país y como finaliza al final del proyecto.

### **3.- RESULTADOS.**

El resultado para Panamá y COPEG, fue lograr pasar de un grado de implementación bajo en Sistemas integrados de Gestión de Calidad a un grado de implementación medio en tan solo dos años.

#### **A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO**

Entre las dificultades observadas:

- No poder realizar los entrenamientos en las fechas programadas o propuestas inicialmente.
- Para algunos entrenamientos de suma importancia como el de validación, poder enviar a más de un participante.

*RLA/1/016 Certificación de los métodos de medición de flujo y las técnicas de calibración de los medidores de flujo utilizados en las industrias del petróleo y el gas por los radiotrazadores (ARCAL CLXI).*

#### **Objetivo de la participación de Panamá al proyecto.**

El objetivo de la participación de Panamá en este proyecto es el de mantener capacitados a personal que se dedica al trabajo de realizar mediciones de flujo utilizando el método de radio-trazadores. Actualmente la técnica de radio trazadores únicamente es aplicada en los laboratorios de investigación de la Universidad Tecnológica de Panamá y dichos laboratorios brindan esporádicamente servicios a la Industria con las limitantes expuestas por las regulaciones locales del país.

#### **Actividades realizadas durante el 2020.**

Durante el 2020 se logró enviar a un experto técnico de la Universidad Tecnológica de Panamá al curso llevado a cabo en Brasil en el cual se tocaron los siguientes temas:

- Como realizar mediciones en conductos cerrados. Método del tiempo de tránsito y de Trazadores Radiactivos.
- Medición de agua en conductos cerrados. Norma ISO 2975-7
- Sistema de gestión de calidad en el Laboratorio de Radio trazadores.
- Procesos de Acreditación (Brasil).
- Normas de calidad en la medición de flujo con radio trazadores.
- Instrumentación. Detección de radiación.
- Consideraciones geométricas y ambientales en la medición de flujo.
- Interferencias en las mediciones de flujo con radio trazadores.
- Seguridad en el uso de radio trazadores de yodo en los procesos industriales.
- Aplicación de la estadística para el cálculo de la razón de flujo.

Por otro lado, personal directivo del CENAMEP AIP y de la Universidad Tecnológica de Panamá mantuvieron reunión para explorar posibles colaboraciones en lo referente al tema de la utilización de la técnica de radio trazadores y las posibles estrategias para resolver la problemática de la obtención de radio-trazadores como insumos de la técnica en Panamá.

Sin embargo, la legislación actual parece no apoyar ninguna de las iniciativas debido a lo complicado y costoso que resultaría el cumplir la reglamentación tomando en cuenta el factor costo beneficio (Ver numeral 3: Resultados)



## ARCAL

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

### VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/1/016 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	B/. 0.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	B/. 0.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	B/. 0.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	B/. 0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	B/. 0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	B/. 0.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	B/. 0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	B/. 0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	B/. 0.00
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	B/. 150
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	B/. 1 200.00
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	B/. 0.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>B/. 1,350.00</b>

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

Durante este año se capacitó a un experto en el área de utilización de la técnica de radio trazadores para realizar mediciones de flujo de sustancias acuosas de 1 fase en conductos cerrados:



Como uno de los resultados de esa capacitación el experto está pensando en replicar dicha capacitación a otros compañeros de trabajo de la rama para lograr un efecto multiplicador y que el conocimiento prevalezca en la institución.

### **3.- RESULTADOS**

#### **A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO**

El principal problema del país en realizar cualquier actividad que utilice material radioactivo es la obtención de una licencia de uso, por mínima que sea la exposición, la institución responsable debe contar como requisito con un responsable de seguridad radiológica. Para instituciones que se dedican esporádicamente a realizar estos estudios, como el caso de la Universidad Tecnológica, por la poca demanda puede ser económicamente imposible costear este tipo de puesto.

Se han realizado varios intentos de hablar con la Autoridad encargada, sin embargo, ellos no ven con buenos ojos el modernizar o flexibilizar la reglamentación.

*RLA/2/016 Apoyo para la formulación de planes de desarrollo de energía sostenible a nivel subregional - Fase II (ARCAL CLIII).*

#### **1.- RESUMEN EJECUTIVO**

En el 2019 Panamá continuó participando del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) desde el sector energía con los proyectos:

- “Apoyo a la Formulación de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Sub-regional - Fase II” (ARCAL CLIII)
- “Apoyo a la Formulación de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Regional – Fase III” (ARCAL CXLIII).

Se realizaron dos viajes para cumplir con dichos compromisos:

- Manuel Vásquez de la Secretaría Nacional de Energía participó del Taller Regional para el Desarrollo de los Estudios Subregionales de Desarrollo Energético Sostenible aplicando el modelo MESSAGE del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), del 16 al 23 de marzo 2019.
- La Dra. Guadalupe González de la Secretaría Nacional de Energía viajó a Viena, Austria del 25 al 29 de noviembre de 2019 a participar de:
  - El cierre del proyecto “Apoyo a la Formulación de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Sub-regional - Fase II” (ARCAL CLIII), y
  - El lanzamiento del proyecto “Apoyo a la Formulación de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Regional – Fase III” (ARCAL CXLIII).

Los aportes que se dieron al proyecto fueron en especies, fundamentalmente en las horas hombres de los colaboradores que aportaron para obtener los resultados del proyecto ARCAL CLIII. Adicionalmente, se contribuyó con el 25% de los viáticos de los asistentes a los dos eventos, al igual que se brindaron los permisos correspondientes para asistir.

El país se vio beneficiado de la colaboración en el proyecto ARCAL CLIII ya que se desarrollaron estudios de demanda y suministro de energía de Panamá, que se utilizan en planificación energética a largo plazo y además forman parte de un estudio a nivel subregional de Mesoamérica y el Caribe.



## ARCAL

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

### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/2016 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
14. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
15. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
16. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
17. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
18. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
19. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
20. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
21. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
22. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
23. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	500.00
24. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	2600.00
25. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	1773.46
26. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>4,873.46</b>

1 USD=0.92 Euro

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

La Secretaría Nacional de Energía fortalece su capacidad institucional para la planificación a largo plazo, utilizando las herramientas para las proyecciones de energía, modelo MAED y para determinar la optimización de la oferta, modelo MESSAGE, así como capacitándose continuamente en ellas.



Estas herramientas son de gran utilidad para la Secretaría de Energía, como ente rector en políticas energética y encargado de conducir este sector ya que entre sus funciones está la elaboración del Plan Energético Nacional de Largo plazo, según lo establece la Ley N.º 43 de 25 de abril de 2011.

Consideramos que estas herramientas y los escenarios nacionales que se han elaborado serán de gran utilidad en el 2020, toda vez que la Secretaría Nacional de Energía actualice el Plan Energético Nacional 2015-2050.

### 3.- RESULTADOS

#### A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

Quizás el mayor problema con el que nos encontramos fueron discrepancias en especificidad de la información que se introduce al programa a niveles nacionales, cosa que afecta el análisis a nivel de las regiones; además de la pérdida del conocimiento del personal que ha sido capacitado por cambio en el gobierno.

Lo positivo es que siempre se pueden aprender de las experiencias, en nuestro caso: tener por lo menos una reunión virtual por mes; definir cómo se deben modelar los casos nacionales para facilitar la integración regional; simplificar los casos regionales; incluir no solo electricidad, pero combustibles y las capacidades de las líneas de transmisión.

*RLA/5/068 Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL).*

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Tomate: El objetivo del estudio fue, generar variabilidad genética para caracteres asociados con la tolerancia a altas temperaturas y estreses bióticos a través de mutaciones inducidas por irradiaciones con rayos gamma en tomate. En el ciclo del cultivo, la M-3 al igual que en las dos primeras generaciones, se presentaron temperaturas superiores a los 30 y 23 °C diurnas y nocturnas respectivamente. Siendo superiores al promedio óptimo de 16 y 30°C determinados para un buen desarrollo del cultivo de tomate en el trópico. Es destacable que en esta generación se presentaron temperaturas máximas superiores a los 34°C durante casi toda la etapa reproductiva factor que no incidió negativamente en los rendimientos. Mosca blanca estuvo presente en todo el ciclo del cultivo sin embargo el porcentaje de incidencia de la virosis tuvo un promedio general de 7.2% siendo muy bajo en comparación a las dos generaciones anteriores que se manejaron valores por encima del 50% de afectación. El análisis de laboratorio dio como resultado que el virus presente en la parcela era el virus del mosaico amarillo de la papa de Panamá. La altura promedio de plantas fue de 9.66 cm siendo los tratamientos 22 y 23 los que presentaron una mayor altura con valores que superan los 17 cm.

El tratamiento con menor altura fue el 101 con una altura promedio de 4 cm. En general el promedio de plantas que llegaron a la cosecha fue de 92.84% siendo los tratamientos 102 y 18 los que redujeron en un mayor porcentaje su población con valores alrededor de un 22 Y 60% de plantas a cosechas respectivamente. Se seleccionaron 28 plantas las cuales presentaban un desprendimiento de pedúnculo de fácil a moderado y se les cosecharon 4 frutos para la extracción de la semilla. El número promedio de frutos fue de 36, siendo los tratamientos 18, 22, 50, 75, 81 y 87 los que presentaron mayor número de frutos con valores que superan los 50 frutos por planta y el tratamiento 101 el que menos frutos presentó con 17 frutos. El testigo tuvo un número promedio de 26 frutos. En cuanto a la variable sanidad se seleccionaron 18 plantas sanas y 10 que presentaban síntomas de afectación por virosis pero que al mismo tiempo tenían una buena producción. El promedio para el brix fue de 4.91 siendo los tratamientos



13, 84 y 101 los que mayor valor para el contenido de sólidos solubles obtuvieron con 6. El valor promedio del pH fue de 4.13 siendo la planta 80 la que mostró una mayor acidez con un pH de 3.9 y el menos ácido fue el tratamiento 75 el que con un pH de 4.6. La variable del penetrómetro de consistencia de la pulpa tuvo un promedio de 1.91 kg. La forma predominante de los frutos de los tratamientos seleccionados fue la de pera (17 plantas) y pera grande (7 plantas). La variable diámetro de los frutos presentó un promedio de 3.12 cm. El 68% de las plantas seleccionadas presentaron un hábito de crecimiento determinado, el resto tenían un hábito de crecimiento semi-determinado. Para la variable peso de frutos por planta se presentó una media de 3.49 kg por planta, destacándose los tratamientos 75 y 50 con pesos de 5.14 y 7.44 kg respectivamente mientras que el testigo obtuvo un peso promedio de 2.86 kg. En Arroz: A inicios del año 2019, se establecen las selecciones M2 con tolerancia a altas temperaturas (31 plantas T2 y 48 plantas T1), para evaluar el comportamiento y seleccionar líneas M3, posteriormente seleccionando 11 líneas. En el mes de agosto del mismo año las 11 líneas para alta temperatura y 8 líneas M4 para tolerancia a patógenos fueron establecidas dentro de un vivero de observación en las localidades de Barú, Alanje, Remedios, Divisa, Tonosí, Soná, Penonomé y Tanara; para evaluar el comportamiento ante la reacción de enfermedades y otras características agronómicas en diferentes ambientes; así como realizar la selección de la población M5, para el caso específico de las líneas con tolerancia a Patógenos.

a) Participación del coordinador de proyecto en reuniones de coordinación, talleres, grupos de trabajo, etc. En marzo de 2019, tuvimos la visita de trabajo de la Dra. Caridad González como experta del OIEA, durante esta visita se programaron reuniones y visitas de trabajo. Con el director General del IDIAP, con el Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, para estimular los esfuerzos en el uso de radiaciones ionizantes para generar variabilidad genética en rubros de importancia para Panamá. La Visita de la experta brindó la oportunidad de realizar dos ponencias magistrales en la región central del país y la occidental donde nos ilustró con la experiencia cubana logros y retos en el uso de esta herramienta tecnológica.

b) Participación de sus colaboradores en reuniones, talleres, grupos de trabajo, etc. Dos colaboradores del IDIAP participaron en la capacitación de mejoramiento participativo ofrecido en Costa Rica. Mientras en el curso de marcadores moleculares en Colombia participó una colaboradora.

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

#### VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/ 5068 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	



7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	2,000.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	3,000.00
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	500.00 300.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	500.00
<b>TOTAL</b>		<b>5,400.00</b>

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

Dada las expectativas de los resultados experimentales obtenidos tanto en tomate como en arroz, a nivel institucional se estará impulsando el uso de las radiaciones ionizantes como una herramienta versátil para generar variabilidad genética en otros cultivos de importancia económica en el país. Se ha programado para el próximo quinquenio 2020-2024 continuar los trabajos en arroz irradiando dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) y en cuanto a hortalizas de tierras bajas además de tomate (*Solanum Lycopersicum*) estamos adicionando el pimiento (*Capsicum annuum*).

## 3.- RESULTADOS

### ACTIVIDAD 1. TOMATE.

“SELECCIÓN DE VARIEDADES DE TOMATE BAJO CONDICIONES BIÓTICAS Y ABIÓTICAS ADVERSAS MEDIANTE INDUCCIÓN DE MUTACIONES”. Jorge E. Jaén V, Ismael Camargo Buitrago, José A. Guerra M. Palabras claves: mutación, radiación, tomate.

### INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática y fenómenos naturales extremos han sido la característica principal en Panamá en los últimos años. Reportes de investigaciones recientes, incluyendo estudios de modelación, señalan que el impacto del calentamiento global podría causar significativas disminuciones en el rendimiento de los cultivos en los próximos treinta años (Gordón. 2014). El modelado de escenarios de cambio climático para Panamá reveló modificaciones en el Arco Seco en relación con los patrones de temperatura. Estas incluyen un ambiente más cálido, de 2 a 3°C sobre las temperaturas actuales, (ANAM, 2011).

El estrés causado por las altas temperaturas es uno de los principales factores que incide en el desarrollo del cultivo de tomate, éste, afecta el crecimiento vegetativo y causa daños serios en las estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia la deficiencia en el cuajado de los frutos y la disminución de la producción (Pérez et al. 2006; Comlekcioglu et al. 2010).



La mosca blanca *Bemisia tabaci*, es la plaga insectil más importante del tomate en Panamá, siendo el principal daño la transmisión de Begomovirus (Guerra et al. 2016). Este insecto tiene la capacidad de alimentarse y reproducirse en más de 500 especies de plantas cultivadas y silvestres, lo que dificulta su control por medio exclusivo de insecticidas (CATIE, 1996). Entre los virus más importantes que transmiten las moscas blancas sobresalen el virus del torrado del tomate (ToTv), virus del moteado amarillo, virus del mosaico Amarillo de la papa de Panamá (PYMPV), siendo este último el que ocupa el primer lugar en importancia por las grandes pérdidas económicas que produce (Engel et al. 1998).

Las mutaciones inducidas en especies vegetales son procedimientos utilizados desde principios del siglo XX. La inducción de mutaciones ha resultado ser un método eficaz para lograr variaciones dentro de un tipo de cultivo, ya que ofrece la posibilidad de inducir características deseadas que no se pueden hallar en la naturaleza o se han perdido durante el proceso evolutivo (Novak, 1992; Ahloowalia y Maluszynski, 2001). Las radiaciones ionizantes han sido utilizadas ampliamente, obteniéndose numerosos mutantes a través de estas técnicas (López, 2011).

Según la base de datos de variedades mutantes de la FAO/IAEA para enero 2020 se han liberado 3320 variedades en todo el mundo, siendo el continente asiático el líder en la producción de éstas, con un 61% seguido del continente europeo con 29 % de la producción mundial de variedades mutantes.

De ahí que el presente estudio se desarrolló con el objetivo de generar variabilidad genética para caracteres asociados con la tolerancia a altas temperaturas y al begomovirus a través de mutaciones inducidas por irradiaciones con rayos gamma en tomate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Campo Experimental La Villa del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero, corregimiento de Los Santos, provincia de Los Santos. El mismo está localizado entre los 7°56' 27" de latitud Norte y 80°25'03" longitud Oeste, a unos 16 metros sobre el nivel del mar, entre los meses de enero y abril.

Se utilizó como fuente génica semillas provenientes de 100 plantas seleccionadas individualmente en la M2 y el cultivar testigo 'IDIAP T-8'. El ensayo para la tercera generación (M-3) contó de 18 hileras de 52 metros de largos y separadas a 1.50 m entre ellas, haciendo un área total de 1,404 m<sup>2</sup>. Se obtuvieron los registros diarios de temperatura ambiental (Ta) °C máxima, mínima, promedio. Estación Davis modelo 6163 en El Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero.

Se midieron las siguientes variables: población relativa de *B. tabaci*, incidencia de virosis, altura promedio de plantas, peso de frutos por planta, número de frutos por planta, forma de frutos, sólidos solubles (brix), acidez, diámetro ecuatorial del fruto, desprendimiento de fruto y temperatura ambiental.

La población relativa de *Bemisia tabaci*; para tal fin se realizaron conteos visuales del adulto del insecto mediante muestreos sistemáticos al azar, seleccionaron tres plantas desde por tratamiento desde los siete hasta los 21 días después del trasplante (ddt). Después de los 21 hasta 45 días ddt, se contaron los adultos de tres plantas revisando una hoja superior, una media y una bajera de cada planta.

Para estimar la incidencia de la virosis, se contaron las plantas que presentaban la sintomatología de Begomovirus cada ocho días. El porcentaje de incidencia se determinó dividiendo el número de plantas con síntomas entre el total de plantas sanas por tratamiento. La identificación del agente virulento se realizó mediante la técnica PCR siguiendo la metodología descrita por Martínez 2008.

En la M3 se realizó la cosecha seleccionando las plantas individualmente tomando y pesando cuatro frutos por planta. Igualmente se contó el número de frutos por planta, se les midió el diámetro y se determinó la firmeza utilizando un penetrómetro. Además, se determinó el contenido de sólidos solubles el nivel de acidez. La sanidad se midió en campo de acuerdo a la escala donde 1 indica que la planta es sana y 2 una planta enferma. Adicionalmente el hábito de crecimiento y tipo de fruto se evaluó utilizando la escala del IPGRI.



Se utilizó el índice de selección con base en la metodología propuesta por Barreto et al. (1991), con la finalidad de cosechar semilla que integrará una población M4 que se espera que sea superior a la población original, esto es que haya avance por selección.

la fórmula empleada para estimar el índice fue la siguiente:

$$IS = \{[(Y_j - M_j)^2 * I_j] + [(Y_i - M_i)^2 * I_i] + \dots + [(Y_n - M_n)^2 * I_n]\}^{1/2}$$

Donde: IS = Índice de selección; Y j...n = variable en unidades Z; M j...n = meta de selección; I j...n = intensidad de selección.

## RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

En el ciclo del cultivo, la M3 al igual que en las dos primeras generaciones se presentaron temperaturas superiores a los 30 y 23 °C diurnas y nocturnas respectivamente. Siendo superiores al promedio óptimo de 16 y 30°C determinados para un desarrollo satisfactorio del cultivo de tomate en el trópico.

Es destacable acotar que en esta generación se presentaron temperaturas máximas superiores a los 34°C durante casi toda la etapa reproductiva factor que no incidió negativamente en los rendimientos.

B. ta baci estuvo presente en todo el ciclo del cultivo; sin embargo, el porcentaje de incidencia de la virosis alcanzó un promedio general de 7.2%, muy bajo en comparación a las dos generaciones anteriores que se manejaron valores por encima del 50% de afectación. Se identificó que el virus presente en la parcela era el Virus del Mosaico amarillo de la Papa de Panamá.

La altura promedio de plantas fue de 9.66 cm siendo los tratamientos 22 y 23 los que presentaron una mayor altura con valores que superan los 17 cm. El tratamiento con menor altura fue el 101 con una altura promedio de 4 cm. En general el promedio de plantas que llegaron a la cosecha fue de 92.84% siendo los tratamientos 102 y 18 los que redujeron en un mayor porcentaje su población con valores alrededor de un 22 y 60% de plantas a cosechas respectivamente.

Inicialmente se seleccionaron 28 plantas las cuales presentaban un desprendimiento de pedúnculo de fácil a moderado y se les cosecharon 4 frutos para la extracción de la semilla. El número promedio de frutos fue de 36, siendo los tratamientos 18, 22, 50, 75, 81 y 87 los que presentaron mayor número de frutos con valores que superan los 50 frutos por planta y el tratamiento 101 el que menos frutos presentó con 17 frutos. El testigo tuvo un número promedio de 26 frutos. En cuanto a la variable sanidad se seleccionaron 18 plantas sanas y 10 que presentaban síntomas de afectación por virosis pero que al mismo tiempo tenían una buena producción.

El promedio para el brix fue de 4.91 siendo los tratamientos 13, 84 y 101 los de mayor valor con 6.0 grados brix. El valor promedio del pH fue de 4.13 siendo la planta 80 la que mostró una mayor acidez con un pH de 3.9 y el menos ácido fue el tratamiento 75 el que con un pH de 4.6.

La firmeza tuvo un promedio de 1.91 kg y la forma predominante de los frutos de los tratamientos seleccionados fue la de pera; 17 plantas con tipo pera pequeño y 7 plantas con tipo pera grande; el diámetro de los frutos presentó un promedio de 3.12 cm y el peso fruto por planta presentó una media de 3.49 kg por planta, destacándose los tratamientos 75 y 50 con pesos de 5.14 y 7.44 kg respectivamente mientras que el testigo obtuvo un peso promedio de 2.86 kg.

Finalmente, el 68% de las plantas seleccionadas presentaron un hábito de crecimiento determinado, el resto tenían un hábito de crecimiento semi-determinado.

Por diferentes características agronómicas, fenotípicas y químicas y para que haya avance en esta etapa se utilizó el índice de selección mediante el cual se seleccionaron 11 líneas para la generación M4 que son superiores al Testigo.



## CONCLUSIÓN

Las diferentes dosis de irradiación permitieron generar la variabilidad genética esperada para la selección de 11 plantas en la M3 con posible tolerancia a estrés por alta temperatura y alta incidencia de virosis permitiendo esto seguir con el proceso de selección.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahloowalia B. Maluszynski M. 2001. Induced mutations: a new paradigm in plant breeding. *Euphytica* 118:167-173.

Autoridad Nacional Del Ambiente (ANAM). 2011. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático: ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. – 2a ed.-- Panamá. 170 p.

Barreto, H. J.; Bolaños, J. A.; y Córdova, H. S. 1991. Programa Índices de Selección. Guía para la operación del Software. CIMMYT. México, D. F. 27 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1996. Metodologías de para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, CR. Ed. L Hilje. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37). 133 p.

Comlekcioglu, N.; Simsek, O.; Boncuk, M. y Aka, K. 2010. Genetic characterization of heat tolerant tomato (*Solanum lycopersicon*) genotypes by SRAP and RAPD markers. *Genetics and molecular research: GMR*, vol. 9, no. 4, 2010, pp. 2263-2274, ISSN 1676-5680, DOI 10.4238/vol9-4gmr876.

Engel, M; Fernández, O; Jeske, H; Frischmuth, T. 1998. Molecular characterization of a new whitefly-transmissible bipartite geminivirus infecting tomato in Panama. *Journal of General Virology* 79: 2313-2317.

Gordon, R. 2014. Los granos básicos y la Variabilidad climática en Azuero: Caso maíz Primer Congreso Científico Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Los Santos.

Guerra, J.; Aguilera, V. 2016. Manual Técnico. Manejo Integral del Tomate Industrial. IDIAP. 50 p.

International Atomic Energy Agency; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Mutant Variety Database. 2020. (en línea). Consultado el 27 de enero de 2020. Disponible en: <http://www.mvd.iaea.org>

López, E. 2011. Inducción de Variabilidad Genética para Tolerancia a Estreses Abióticos Mediante Técnicas de Cultivo In Vitro en *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de maestría. Universidad Internacional De Andalucía Sede Iberoamericana Santa María De La Rabida Palos de la Frontera – Huelva – España. 113 p.

Martínez, A; Morale, F; Vallejo, F.2008. Caracterización molecular de un begomovirus del tomate en El Valle del Cauca, Colombia, y búsqueda de fuentes de resistencia para el mejoramiento de la variedad Unapal Maravilla. CIAT. 7 P. Novak, F., H. Brunner.1992. Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement. IAEA bulletin, 4: 25-33p.

Pérez, J; HURTADO, G; Aparicio, V; Argueta, Q, Larin, M. 2006. Guía Técnica. Cultivo de Tomate Industrial. San Salvador, NI. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal. 48 p.

## ACTIVIDAD 2. ARROZ

Informe actualizado de actividades realizadas en el cultivo de arroz, dentro del Proyecto RLA/5/068 "Aumento del rendimiento y el potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL). Evelyn Quirós-McIntire, Víctor Camargo-García.



La inducción de mutaciones ha resultado ser un método eficaz para lograr variaciones en un cultivo, ya que ofrece la posibilidad de inducir características deseadas que no se pueden encontrar en la naturaleza o se han perdido en el proceso evolutivo. Cuando un Fitomejorador no encuentra en el banco de genes un gen o genes resistentes a una enfermedad en particular o tolerante a los cambios del medio ambiente, no tienen otra opción que tratar de inducir la mutación (Novak, et al. 1992).

Las mutaciones son fuentes de variabilidad genética en los organismos. La variabilidad causada por las mutaciones inducidas no es esencialmente diferente a la causada por las mutaciones espontáneas durante la evolución. El uso directo de las mutaciones es una herramienta muy valiosa para el mejoramiento de las plantas, particularmente cuando se desea mejorar uno o dos caracteres fácilmente identificables en una variedad bien adaptada (Suarez, 2006).

Como estrategia para aumentar la variabilidad y lograr líneas avanzadas tolerantes a factores bióticos y abióticos el IDIAP participa dentro del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nuclear en América Latina. (ARCAL) Bajo el Proyecto "Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica" (RLA/5/068).

**Objetivo:** Generar líneas avanzadas con tolerancia a altas temperaturas y patógenos para la mejora genética del cultivo de arroz.

**Metodología:** Variedad donante: Se escogió la semilla en categoría básica de la variedad donante IDIAP 38, liberada en el año 2002, procedente de la cruce CT 8008 (CT7347/IR21015-72-33-3-1), ciclo de Intermedio de 118-125 ddg, altura promedio de 110 cm, rendimientos promedios de 4,5 a 5,0 t. ha<sup>-1</sup>, Buena calidad molinera y culinaria; y adaptada a diferentes tipos de suelo, con preferencia a sistemas de siembra bajo riego.

Selección de dosis de radiación: Para esta selección se realizó un taller en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en la provincia de Mayabeque, República de Cuba. Entre el periodo del 16 de abril al 01 de mayo del 2016. Para utilizar la radiación con rayos GAMMA Co<sup>60</sup>.

1. Radiación inicial: Se separaron 10 muestras de la semilla de la variedad IDIAP 38, para organizar 10 tratamientos de irradiación. Se irradiaron los tratamientos en el Instituto de energía nuclear en la ciudad de La Habana, estimando tiempos de irradiación para la creación de la variabilidad mediante dosis gamma de 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 Gy y un testigo no irradiación. Los tratamientos fueron sembrados en mesas de camas con tierra cernida dentro de casas de vegetación, colocando 10 semillas visiblemente en hileras por tratamiento por cultivo y con debida identificación. Se realizó riego continuo logrando la germinación, y se procedió al registro de plantas germinadas por días y la altura en cm, por un periodo de 11 días.

2. Tratamientos de radiación: Con estos datos generados en la radiación inicial de ajuste se logró estimar que las dosis menos letales de irradiación mediante curvas de regresión fueron 300, 350 y 400 Gy. Estimadas las dosis menos letales, se procedió a la irradiación de nuevas semillas, conservando semillas bajo las tres dosis estimadas.

#### Creación de la variabilidad:

Para este proceso, manejo y selección de las poblaciones mutantes se establecen parcelas experimentales en el Subcentro Pacífico Marciaga del Centro de Investigación Agropecuaria de



Recursos Genéticos, ubicado en el Distrito de Penonomé, Provincia de Coclé, con coordenadas, latitud N 08° 27' 17" y longitud W 80° 21' 24". Con suelos de textura franco-arenosa y con pH 5,8.

Para una mejor metodología de trabajo, se determinó utilizar los mismos tratamientos por separado por fechas de siembra asociadas a las épocas de mayor presión de enfermedades (Agosto a Noviembre) para generar y seleccionar poblaciones mutantes tolerantes a patógenos y la época identificada con la aparición de altas temperaturas (Enero a Mayo) para generar y seleccionar poblaciones mutantes con tolerancia a altas temperaturas.

### **Poblaciones mutantes tolerantes a patógenos:**

Selección masal (M1 patógenos): En el mes de agosto del 2016, se confeccionaron bandejas de germinación con los tres tratamientos debidamente identificados, con tierra cernida humedecidas y protegidas en el área de semillero. Se establecieron 3 parcelas experimentales por trasplante manual, plántulas de 21 días de edad. Logrando establecer 4000 plantas por tratamiento, con un total de 12,000 plantas. Se controlaron las malezas inicialmente en la parcela y las fertilizaciones fueron fraccionadas, no se realizaron controles fitosanitarios de enfermedades. Producto: Se logró obtener M1 por selección masal en cada tratamiento, cosechando una espiga por planta con preferencia de los hijos primarios, posteriormente se desgranaron y fueron debidamente conservadas.

Selección individual (M2 patógenos): En el mes de septiembre del 2017, las poblaciones M1 masal de los tratamientos T-1 300 Gy, T-2 350 Gy, T-3 400 Gy se establecieron individualmente en parcelas experimentales en un área de 212.50 m<sup>2</sup>, mediante trasplante manual, utilizando una planta por postura en marco de 25x25 cm entre planta e hileras (figura 1.) y estableciendo dos hileras de la variedad IDIAP 38 sin irradiación. Sin controles fitosanitarios. Logrando establecer 3400 plantas por tratamiento siendo un total de 10,200 plantas (figura 2.) La selección de las plantas se realizó el 12 de enero del 2018, con previa observación de las plantas de la variedad sin irradiar.

Criterios de selección: Las plantas seleccionadas fueron previamente marcadas para su corte, para verificar y mantener caracteres comunes como altura de la planta, ciclo, hábito de crecimiento, ejerción de la panícula, llenado de grano en las panículas (menos presencia de granos vanos), manchado de grano con valores debajo de 4, presencia de enfermedades con valores menores de 4 en la escala de evaluación estándar del cultivo de arroz.

Producto: Se seleccionaron 30 plantas del T-1 300 Gy, 34 plantas del T-2 350 GY, y 39 plantas del T-3 400 Gy para la obtención individual de genotipos M2 con tolerancia a patógenos. Con un total de 103 plantas (Figura 2).



**Figura 1. Plántulas de 21 de edad colocadas a 25 x 25 cm, en trasplante manual bajo riego. Plantas en crecimiento después del trasplante.**



**Figura 2. Parcelas experimentales (3), con plantas en maduración. Conservación de las espigas en bolsas de manila identificadas por tratamiento**

**Selección masal (M1-Tolerancia Altas Temperaturas).**

En el mes de febrero del 2017, se confeccionaron bandejas de germinación con los tres tratamientos debidamente identificados, con tierra cernida humedecidas y protegidas en el área de semillero. Se logró



establecer 2 parcelas experimentales por trasplante manual, plántulas de 21 días de edad, con los tratamientos correspondientes a T-1 300 Gy y T2 350 Gy, el tratamiento T-3 400 Gy produjo en bandejas de semillero plántulas distorsionadas que no alcanzaron altura esperada y pocas sobrevivientes. Logrando establecer 6000 plantas por tratamiento, en un área de 645 m<sup>2</sup> con un total de 12,000 plantas entre los dos tratamientos. Se controlaron las malezas inicialmente en la parcela y las fertilizaciones fueron fraccionadas, no se realizaron controles fitosanitarios de enfermedades.

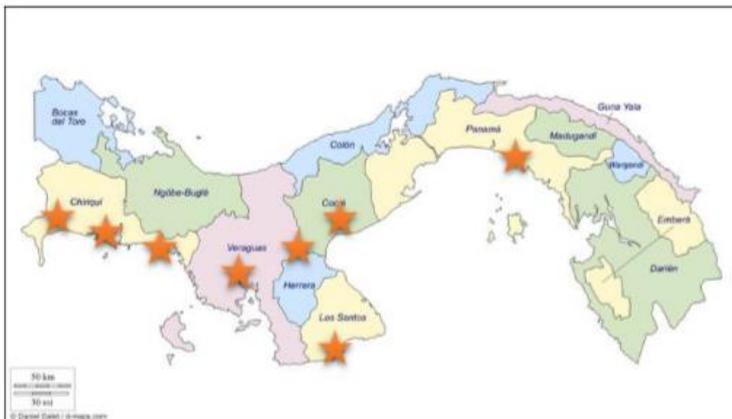
Producto: En el mes de junio 2017, se logró obtener M1 por selección masal en cada tratamiento, cosechando una espiga por planta con preferencia de los hijos primarios, posteriormente se desgranaron y fueron debidamente conservadas.

#### Selección individual M2

Se planifica el establecimiento de M1 de ambos tratamientos T-1 300 Gy y T-2 350 Gy, en el mes de febrero 2018, para la obtención individual de genotipos M2 con tolerancia a altas temperaturas.

#### Avances en el año 2019.

A inicios del año 2019, se establecen las selecciones M2 con tolerancia a altas temperaturas (31 plantas T2 y 48 plantas T1), para evaluar el comportamiento y seleccionar líneas M3, posteriormente seleccionando 11 líneas. En el mes de agosto del mismo año las 11 líneas para alta temperatura y 8 líneas M4 para tolerancia a patógenos fueron establecidas dentro de un vivero de observación en las localidades de Barú, Alanje, Remedios, Divisa, Tonosí, Soná, Penonomé y Tanara; para evaluar el comportamiento ante la reacción de enfermedades y otras características agronómicas en diferentes ambientes; así como realizar la selección de la población M5, para el caso específico de las líneas con tolerancia a Patógenos. La figura 3 ilustra la ubicación de los viveros en la República de Panamá.



**Figura 3. Ubicación de los viveros F8 en 8 localidades en la República de Panamá.**

A la fecha de elaboración de este informe de avances, algunos datos (rendimiento) de algunas localidades están en proceso, y se está en espera de los datos de rendimiento de molinería. De manera general los 19 materiales ubicados dentro del vivero F8 (IDIAP) que estuvo conformado por 68 materiales (parcelas) entre testigos comerciales. Para ilustrar el comportamiento de estos materiales, detallamos las evaluaciones registradas en la localidad de Tonosí en el cuadro 1. de forma consecutiva los 19 materiales mutantes corresponden al número de parcela y los resaltados en amarillo son los 6 materiales mutantes seleccionados para esta localidad.

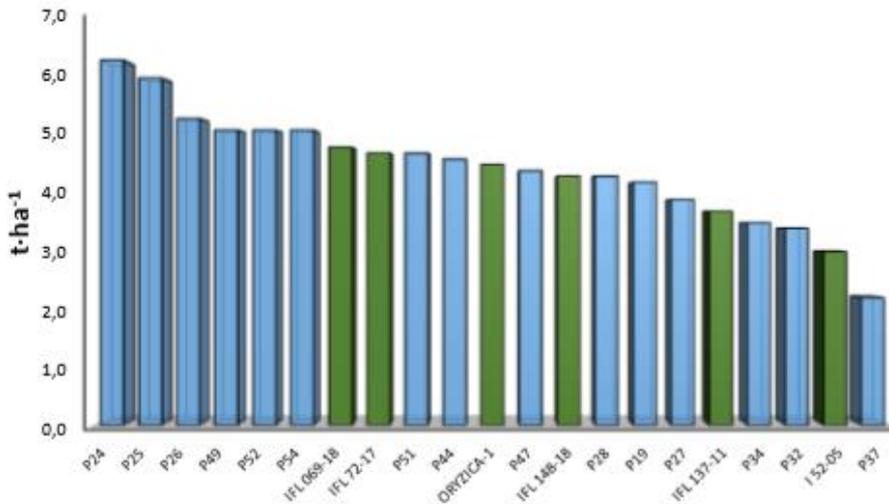


**Cuadro 1. Variables agronómicas y Evaluación de enfermedades de los materiales mutantes evaluados en el Vivero F8, Tonosí 2019.**

Parc	pt/m	Vg	Ldg	Ht	Fl	Mat	BI-30	BI-45	BI-75	NBI	LSc	BS	ShB	Hb	ShR	GID	FSm	MO	NBLS	BB	EE	%H	kg	kg/ha
11	240	3.0	1.0	97	99	129	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	1.0	3.0	5.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	14.0	0.4	1533.3
12	256	4.0	1.0	93	101	131	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	4.0	2.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.8	0.3	1158.6
13	272	4.0	1.0	98	99	129	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	16.4	0.4	1782.2
14	256	4.0	1.0	95	101	131	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0	1.0	2.0	5.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	17.9	0.2	986.5
15	224	3.0	1.0	93	101	131	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	3.0	2.0	1.0	2.0	4.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	14.2	0.2	997.7
16	240	4.0	1.0	92	101	131	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	5.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	14.7	0.3	1421.7
17	224	4.0	1.0	95	99	129	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	15.0	0.3	1070.7
18	304	4.0	1.0	92	101	131	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	3.0	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	18.0	1.0	3998.3
19	160	3.0	1.0	93	101	131	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	4.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	18.9	1.1	4212.2
21	192	3.0	1.0	99	99	129	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	5.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	16.6	1.1	4509.4
22	256	3.0	1.0	106	101	131	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	3.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	19.3	1.1	4222.7
23	208	3.0	1.0	95	99	129	1.0	2.0	4.0	2.0	1.0	3.0	4.0	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	16.5	1.1	4498.6
24	224	3.0	1.0	117	91	121	1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	4.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	14.0	1.5	6300.0
25	192	3.0	4.0	104	91	121	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	14.2	1.4	6019.3
26	224	3.0	1.0	106	97	127	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	14.7	1.3	5339.5
27	160	3.0	1.0	104	103	133	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	18.6	1.0	3880.7
28	160	4.0	1.0	94	99	129	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	3.0	4.0	1.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	21.5	1.1	4335.8
29	176	4.0	1.0	100	105	135	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	3.0	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	16.2	0.8	3410.5
31	160	3.0	1.0	98	101	131	1.0	2.0	5.0	2.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	4.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	18.3	1.0	3800.0

En la figura 4 se presentan los rendimientos de los mejores materiales seleccionados dentro del vivero F8 para la localidad de Tonosí, siendo las parcelas 19, 24, 25, 26, 27 y 28 materiales o líneas mutantes. Donde las parcelas 24 y 25 registraron los mayores rendimientos con respecto a las otras líneas, y con respecto a los testigos comerciales (barras verdes).

Esperamos un análisis más completo, considerando todas las localidades y con los rendimientos de molinería, para realizar una selección más completa de los materiales mutantes de interés.



**Figura 4. Rendimiento de grano de las mejores líneas F8 y testigos en el VIVERO de observación, Tonosí 2019**

**A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO**

El proyecto se ha desarrollado de acuerdo a lo programado a pesar de las limitaciones intrínsecas a nivel institucional, debido principalmente al interés y a la mística del personal técnico asignado al mismo



puesto que han ponderado el valor de esta herramienta para generar variabilidad genética en los rubros de interés económico en Panamá.

*RLA/5/076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV).*

## 1.- RESUMEN EJECUTIVO

- a) Durante el periodo 2019, se llevaron a cabo numerosas actividades relacionadas al proyecto RLA5076 **“Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)”**. Principalmente, se terminó con el proceso de recolección de muestras de suelo para análisis de CSSI y FrN, se trataron las muestras, y se enviaron para su análisis al Laboratório de Radioecologia e Alterações Ambientais en Brasil y al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en México.
- b) En el ámbito del 38avo Congreso Mundial de la IAHR (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research), celebrado en la ciudad de Panamá del 1 al 6 de Septiembre de 2019, se llevó a cabo una Sesión Especial dedicada exclusivamente a presentar avances del proyecto RLA5076. En la Sesión Especial se presentaron los trabajos:
  1. “Integration of three nuclear techniques for assessment the sedimentation phenomenon in surface water reservoir in order to improve the national’s strategies, surveillance programs and monitoring” por José Luis Peralta Vital.
  2. “Novel design application for a sampling strategy for water, soil and sediment in order to assessment the sedimentation impact using nuclear techniques in the important Cuban dam” por José Luis Peralta Vital.
  3. “Complementary use of geo-chemical fingerprints and fallout radionuclides to evaluate the impacts of livestock and agricultural practices on soil erosion processes in a semi-arid region of central Argentina” por Hugo Velasco.
- c) Los ingenieros Jacinto Chérigo (Autoridad del Canal de Panamá) y Ana Franco (Universidad Tecnológica de Panamá) participaron del Curso Regional de Capacitación “Use of Fallout Radionuclides, Compound Specific Stable Isotope and Water Isotope Techniques for Erosion and Sedimentation Assessment in Watersheds and Water Reservoirs”. Este curso se llevó a cabo del 4 al 15 de Noviembre de 2019, en la Universidad Austral de Chile, en Valdivia Chile.
- d) Recursos aportados por el país al proyecto (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/ 5076 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	€900.00 (envío de muestras de suelo a Brasil y México)
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	€500.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>€1400.00</b>

**2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS**

El procedimiento de recolección de muestras de suelo y tratamiento previo para análisis de CSSI y FrN propició actividades conjuntas y perspectivas de colaboración futura entre la Universidad Tecnológica de Panamá y la Autoridad del Canal de Panamá.



La presentación de avances del proyecto durante el 38avo Congreso Mundial de la IAHR (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research) en Panamá propició la divulgación internacional de los resultados preliminares del proyecto RLA5076.

La participación de los ingenieros Jacinto Chérigo (Autoridad del Canal de Panamá) y Ana Franco (Universidad Tecnológica de Panamá) en el Curso Regional de Capacitación “Use of Fallout Radionuclides, Compound Specific Stable Isotope and Water Isotope Techniques for Erosion and Sedimentation Assessment in Watersheds and Water Reservoirs” contribuyó fuertemente al desarrollo profesional y científico de ambos ingenieros.

### 3.- RESULTADOS

En cuanto a los resultados, el principal fue que se terminó con el proceso de recolección de muestras de suelo para análisis de CSSI y FrN, se trataron las muestras, y se enviaron para su análisis a Brasil y México.

#### A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

La principal dificultad encontrada fue el procedimiento de mandar las muestras a análisis a Brasil y México, por lo complicado de los trámites burocráticos.

*RLA/5/077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII).*

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta el Informe Anual del segundo año de ejecución, del Proyecto RLA5077 "*Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura*"(ARCAL CLVIII),

El Objetivo General del Proyecto es mejorar la producción de alimentos agrícolas en América Latina y el Caribe, directamente vinculada a los objetivos establecidos para la región como parte del Perfil Estratégico Regional (PER) para el período 2016-2021 y contribuir a la gestión apropiada del agua en la agricultura para al menos un sistema de producción.

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

Participación del Dr. José Villarreal en representación del coordinador a la reunión de coordinación del proyecto de medio término, realizada en la ciudad de Montevideo, Uruguay del 18 al 21 de marzo de 2019, el cual tenía como objetivos:

- Presentación y discusión de los avances realizados en los países participantes (plan de trabajo y ensayos de campo)
- Discutir de los avances/resultados obtenidos y revisar el plan del trabajo del RLA5077 para 2019/2020.
- Identificación de problemas y lecciones aprendidas.



## ARCAL

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

Al final de la reunión, los resultados obtenidos fueron:

- Actualización de los planes de trabajo de los países participantes;
- Clarificaciones técnicas en relación con el protocolo de muestreo y Aquacrops;
- Actualización y aprobación del plan de trabajo del proyecto RLA5077;
- Informe de la reunión aprobado

Por otra parte, Jorge Núñez y Luis A. Barahona participaron en el curso de Agua Crop, realizado del 10 al 14 de marzo del 2019 en Montevideo, Uruguay.

Objetivo del taller:

Formación en el modelo AquaCrop

Temas abordados:

- Introducción al modelo AquaCrop
- Datos climáticos
- Gestión del riego
- Fertilidad del suelo
- Salinidad del suelo
- Gestión de Campo
- Calibración y validación de AquaCrop
- Complementadas los temas con ejercicios prácticos

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

Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)

### VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/ 5077 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
14. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
15. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
16. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
17. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
18. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
19. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	



20. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
21. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
22. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
23. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	€1,200.00
24. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	€1,110.00
25. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	€2,000.00
26. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>€4,310.00</b>

En el 18 de julio del 2019 recibimos del proyecto la estación meteorológica completa incluyendo los diferentes sensores para medir parámetros climáticos del sitio donde se instalarán las parcelas de ensayos.

Se han incorporado dos nuevos técnicos al proyecto debido a que el Ing. Jorge Núñez inició estudios doctorales en octubre del año 2019. Estos técnicos son los Ing. Agrónomos Adolfo Santos y José Mejía, ambos con maestría en suelo y agua, quienes han sido seleccionados para participar en el curso a celebrarse en Santiago de Chile en el mes de marzo del presente año.

## 2. IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO EN EL PAÍS

Se espera como impacto de las actividades del proyecto para el país, la contribución a la gestión apropiada del agua en la agricultura para el sistema de arroz intensivo (SRI, por su sigla en inglés), sistema de producción que está en proceso de escalamiento y masificación a otras regiones de Panamá.

Ambientalmente, este proyecto impactará el sistema de producción de arroz en agricultura familiar y comercial puesto que disminuye los niveles de recarga de agua, reduce el uso de fertilizantes y fitosanitarios de síntesis química que aplicadas en exceso podrían aflorar en zonas bajas afectando ecosistemas acuáticos y suelo, al generar problemas de eutrofización y contaminación con residuos químicos. Por otro lado, el agua alcanzaría para aumentar la superficie de siembra, necesarias para cubrir la demanda nacional por este grano básico de la canasta del panameño.

Socialmente, se espera mejorar los ingresos de los productores y la rentabilidad de su actividad arrocera, consecuentemente, el empleo directo en la producción y en el encadenamiento con la agroindustria y vinculación con el mercado. Asimismo, se esperaría disminuir las importaciones ofreciendo a la



población un producto local de calidad competitiva con precios accesibles, contribuyendo a la seguridad alimentaria y nutricional, contribuyendo en la reduciendo de la pobreza en sistema de agricultura familiar.

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

En el segundo año del proyecto, el Coordinador del Proyecto tuvo problemas de salud (infarto y cirugía de corazón abierto) que lo obligó a retirarse por 9 meses de sus labores. En su lugar, la Dirección General, asignó en su reemplazo al Dr. José Villarreal, coordinador por Panamá de otro proyecto con ARCAL.

La actividad para determinar el uso eficiente de N ha sido reprogramada establecer en el mes de mayo del presente año, una vez se regulen las lluvias e inicie el ciclo agrícola nacional.

*RLA/5/078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el uso de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII).*

#### **1.- RESUMEN EJECUTIVO**

Presentar un resumen de la participación en el proyecto:

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

En el proyecto RLA/5/078: Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el uso de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII) se impartieron dos talleres durante el año 2019. El primero fue el curso avanzado en el uso de  $^{15}\text{N}$  para evaluar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados y agentes del crecimiento vegetal.

Se efectuó en el Centro de Energía Nuclear en la Agricultura (CENA)/Universidad de Sao Paulo en Piracicaba, Brasil, del 26 al 30 de agosto de 2019 y contó con la participación del M.Sc. Luís Alberto Barahona, investigador del IDIAP CIA-Azuero. Este fue continuación del curso básico dictado en el año 2018 en México. El objetivo fue ampliar los conocimientos sobre el uso de las técnicas isotópicas utilizando el nitrógeno  $^{15}\text{N}$  para estudios de nutrición de plantas y fertilización de cultivos.

Además, del 2 al 6 de septiembre de 2020, se efectuó en las instalaciones de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (ESALQ) y el CENA el curso avanzado sobre uso de biofertilizantes y bioestimulantes para mejorar el crecimiento vegetal. El propósito del evento era entrenar los participantes sobre los efectos del uso de bioestimulantes y biofertilizantes en el crecimiento vegetal. A este curso asistió el coordinador del proyecto doctor José Villarreal, investigador del IDIAP CIA-Divisa.

También, del 20 al 24 de enero de 2020 se efectuó en Santiago de Chile la reunión intermedia de proyecto para verificar los avances, las dificultades y planificar el presupuesto y nuevas actividades del proyecto durante el tiempo que le queda de vigencia.



## ARCAL

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

- b) Recursos aportados por el país al proyecto (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).  
11,008.00 Euros.

### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/ 5078 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	84 x 12 1,008.00 Euros
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	75.00 x 12 900.00 Euros
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	4000.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	5,200.00
<b>TOTAL</b>		<b>11,108.00</b>

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

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



- Formación de talentos y desarrollo de capacidades en el uso de técnicas isotópicas como el 15N y en el empleo de bioestimulantes y biofertilizantes para el crecimiento de cultivos.
- Establecimiento de una red de instituciones colaboradoras como los son el IDIAP, MIDA, Universidad de Panamá y Universidad Tecnológica de Panamá, estudiantes e investigadores que permitirá continuar con otros proyectos de investigación conjuntos.
- Evaluación de dos variedades de arroz altamente eficientes y de alto rendimiento.

### 3.- RESULTADOS

En este proyecto se utilizaron dos variedades liberadas en 2018 por el IDIAP (IDIAP FL-72-17 e IDIAP-FL-137-11) las cuales poseen un potencial de rendimiento de 200 qq/ha. (9 ton/ha).

En Panamá la eficiencia de uso de fertilizantes nitrogenados normalmente ha estado entre 20 y 25%. Al realizar este experimento con estas variedades aplicando la técnica nuclear de nitrógeno 15, se pudo comprobar que hubo una mejoría de la eficiencia de absorción del fertilizante nitrogenado (urea) alcanzando entre 35 y 40% de eficiencia. Esto se logró fraccionando la aplicación del fertilizante nitrogenado en tres aplicaciones a saber: 20 días después de germinado el arroz, 35 y 55 días después de germinado. Igualmente se alcanzaron rendimientos muy altos que comprueban el potencial de estas variedades, llegando a cosechar hasta 8 toneladas del grano por hectárea.

Se instalaron experimentos utilizando biofertilizantes para comprobar su eficiencia en la absorción de nutrientes, entre los tratamientos utilizados estas bacterias como *Pseudomonas aeruginosa* y *Azospirillum sp.*, hongos *Aspergillus niger* y *Trichoderma sp.* Se espera alcanzar la época de cosecha para verificar los resultados obtenidos.

Estos resultados son una buena noticia para los productores que procuran variedades eficientes y que requieran menor cantidad de fertilizantes para obtener altas cosechas.

#### A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

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

No se ha encontrado dificultad alguna para realizar el proyecto. Contamos con una buena coordinación nacional (Reynaldo Lee –SENACYT) y muy buena relación con PMO y TO del proyecto. Ya teníamos el fertilizante urea 15N obtenido por medio de otro ARCAL (RLA 5/063) por lo que no tuvimos que comprarlo para este proyecto.

Se pudo enviar a tiempo los candidatos propuestos para los cursos.

Excelente colaboración con la Universidad de Panamá que nos facilitó los estudiantes para realizar el muestreo de microorganismos en los campos cultivados con arroz.

*RLA/6/077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII).*

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

En Panamá el Instituto Oncológico Nacional (ION), responsable como contraparte nacional pudo participar de cuatro (4) actividades durante el año 2019 de las cuales el jefe de los servicios de física médica, Mgtr. Guillermo Batista, pudo asistir al Curso Regional de Entrenamiento para Físicos Médicos en Medicina Nuclear y Radiología, realizado del 11 al 15 de febrero en Bogotá y en el Curso



## ARCAL

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

Regional de Capacitación sobre la Transición de la Braquiterapia Bidimensional a la Braquiterapia Tridimensional de Alta Tasa de Dosis, realizado del 21 al 25 de octubre de 2019, en Lima, Perú. En cuanto al equipo de medicina nuclear del ION el Dr. Luis Felipe Chen, jefe del servicio de medicina nuclear participó del Curso Regional de Capacitación sobre Nuevas Aplicaciones Clínicas de la Tecnología de la Medicina Nuclear, realizado del 12 al 16 de noviembre de 2019, en Lima, Perú y a su vez la Lcda. Vianeth Guerra, Técnica de los servicios de Medicina Nuclear participo en el Curso Regional de Capacitación sobre Técnicas de Diagnóstico y de Nueva Terapia en Medicina Nuclear para Enfermedades no Transmisibles, realizados del 12 al 16 de noviembre de 2019, en Lima Perú.

Las participaciones de nuevos actores dentro del proyecto han generado mayores expectativas, debido a que la institución tiene poco personal del cual pueda desprenderse para asistir a los talleres o cursos de capacitación, lo que genera que no se pueda en muchos casos participar de ellos. La institución se ve afectada de no recibir estas capacitaciones necesarias, ya que debemos ir actualizando el personal en especial en todos los servicios relacionados al tratamiento de cáncer.

Este proyecto ha sido de gran importancia para el personal que ha recibido las capacitaciones debido a que se mejora la calidad del servicio y a su vez establecer nuevos procesos que puedan rendir en beneficios para la población.

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



ARCAL

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

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/ 6077 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	€ 2,600.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	€ 2,000.00 € 2,550.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>€ 7,150.00</b>

**2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS**

Con referencia al impacto de las capacitaciones es poder ampliar las redes de homólogos dentro de la región en las que se puede observar que a pesar de la cantidad de profesionales que existen en otros países muchas de las implicaciones, responsabilidades y afectaciones dentro de los procesos son parecidas. Pero a pesar de ello los servicios que se prestan en el ION marcan una diferencia en cada



persona que recibe atención a pesar de los largos tiempo de espera y lo complejo de manejar el estado emocional de cada paciente.

Los cursos regionales han facilitado en la actualización de nuevos conocimientos, las técnicas y tecnologías que han ido evolucionando en la búsqueda de facilitar la utilización, medición, calibración y menor afectación a los usuarios, lo que redundará en mejores servicios de calidad para la población.

### **3.- RESULTADOS**

En cuanto a los resultados que podemos observar es que los servicios de físico médica y radioterapia llevan una estrecha correlación, con los médico oncólogos y el servicio de medicina nuclear para la planificación y coordinación con los pacientes que están recibiendo estos servicios y a su vez poder brindarles calidad de vida durante el duro proceso que están recibiendo los pacientes.

#### **A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO**

Con respecto a las dificultades tuvimos que abandonar la participación del Lcdo. Guillermo Batista para la capacitación del Taller Regional de ARGONNE National Laboratory debido a una falta de comunicación de ambas partes en las que por parte de la contraparte no cumplió con todos los requisitos necesarios debido a que su Taleo no estaba actualizado y completado. Por parte del OIEA la PMO nos apoyó e incluso nos brindó mayor tiempo para la participación, pero dentro de la institución no designaron a otra persona, y la persona en mención desistió de participar por temas de falta de comunicación a través de los correos electrónicos, pero subsanado esto, no hemos tenido inconveniente a la hora de designar nuevos participantes.

*RLA/6/079 Utilización de técnicas de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños (ARCAL CLVI).*

#### **1.- RESUMEN EJECUTIVO**

Estudio de tipo transversal, multicéntrico que se realizará entre 2018 y 2020 en el cual participan 14 países.

El objetivo de este estudio es establecer datos de referencia de la composición corporal para infantes sanos entre 6-24 meses de edad de la región de América Latina y el Caribe (ALC) usando como criterio la técnica de isótopo estable. La alimentación y la nutrición inadecuadas desde edades tempranas y los bajos niveles de actividad física afectan significativamente la población infantil. La obesidad asociada con la desnutrición y la sobre-nutrición alcanzan una prevalencia alarmante en países de ALC. Según la OMS, 7% de los niños menores de 5 años (3,8 millones) en ALC, tienen sobrepeso u obesidad, relacionado con el aumento de la prevalencia de Enfermedades Crónicas No Transmisibles en la adultez que impactan los presupuestos de salud de la región, porque estas enfermedades constituyen la causa del 76% de las muertes en ALC, con una población de 580 millones de habitantes. La malnutrición (desnutrición y obesidad) tiene sus raíces en los primeros 1000 días de vida, con costos humanos y económicos que afectan, sobre todo, a los pobres, mujeres y niños. Los niños con retraso en crecimiento (baja estatura para su edad), no pueden lograr su potencial genético, y presentan otras limitaciones de desarrollo como déficits cognitivos y menos oportunidades económicas en el futuro.

El retraso en crecimiento antes de los 2 años es un factor predictivo de peores resultados cognitivos y educativos. El diagnóstico de la obesidad y la prevalencia se obtienen generalmente de forma indirecta a partir de indicadores antropométricos que combinan el peso y la altura, aunque no son



una medida real de la adiposidad. Hay evidencia de que la grasa corporal puede variar para el mismo peso corporal, según sexo, edad y etnicidad. Los países de ALC necesitan un instrumento más preciso y directo para evaluar la adiposidad.

El establecimiento de valores de referencias o curvas en la región de Latinoamérica, que representen sus propias características, estilos de vida y genoma sería más apropiado. Este estudio transversal multipaís se realizará en Panamá en las Clínicas de Crecimiento y Desarrollo de instalaciones del primer nivel de atención del MINSA, con una muestra de 120 madres mayores de 19 años con infantes sanos de 6 a 24 meses. Este estudio se enmarca en la Agenda Nacional de Prioridades de Investigación e Innovación para la Salud del país y contribuirá a la identificación más efectiva de la cantidad de grasa corporal en los niños clasificados en riesgo de malnutrición (por exceso y por defecto) con una referencia correspondiente con las características de la población de ALC, reduciendo costos de la salud pública por tratamiento de la malnutrición infantil.

**LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL AÑO 2019 FUERON:**

- a) Se realizó la estandarización en antropometría y para el conocimiento del equipo FTIR, enviándonos a Panamá a la experta en Antropometría y equipo FTIR, Mcs. Marcia Velázquez Ramírez, Coordinadora de Proyectos y Asistente de Investigación, Lab. Metabolismo Energético e isótopos estables, INTA- Universidad de Chile. Marzo. 2019.
- b) Se realizó la Reparación y capacitación del equipo FTIR SHIMATZU por PROMED.
- c) Participación al Taller del informe de reunión intermedia de coordinadores de proyecto de la OIEA. Departamento de Cooperación Técnica, División para América Latina y el Caribe –, Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares, División de Salud Humana OIEA, Santo Domingo, República Dominicana, 2-6 de septiembre, 2019.
- d) Taller para la Convocatoria de Propuestas de Proyectos Regionales ARCAL 21, 22 de octubre de 2019.
- e) Aval del Ministerio de Salud, de los Comités de Bioética de la Investigación y de los Directores Regionales de las 2 regiones de salud, para la realización de este proyecto en las instalaciones del primer de nivel de atención.
- f) Inicio del proyecto en los Centros de Salud julio 2019.

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/6079 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	3,000.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	1,500.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	Reactivos, insumos y equipamientos <b>5,179.18</b> <b>1,134.10</b>
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	REPARACION DE EQUIPO FTRI <b>B/. 6,227.40</b>
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	16,000.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	11,000.00
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	Viáticos interno y Transporte interno 5,000
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	300.00
<b>TOTAL</b>		<b>44,161.50</b>



## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

El Instituto Conmemorativo Gorgas de estudios de la salud ha aportado la suma de 10.000.00 dólares americanos para la realización de este proyecto. En lo que respecta apoyo a las madres y niños participantes del estudio (refrigerios, almuerzo y transporte) y almuerzos para los investigadores que realizan el trabajo de campo.

## 3.- RESULTADOS

### A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

- a) A la fecha llevamos 50 niños/madres evaluados de los cuales, siete (7) muestras fueron analizadas en el laboratorio del ICGES y enviadas a Austria en su respectiva matriz, para su evaluación. Las 7 muestras fueron evaluadas y aprobadas.
- b) Los datos de los 50 cuestionarios fueron ingresados en el programa de la RED CAP y enviados a Guatemala y Austria, donde se procesará la base de datos de los 14 países participantes del estudio. En Panamá tendremos nuestra base de datos.
- c) Las madres voluntarias que son reclutadas para este estudio, se les cita a la instalación de salud desde las 8 a.m. a 1 pm.

-Las dificultades que tenemos es la capacitación de las madres y niños y la falta de presupuesto para completar las muestras que faltan por evaluar.

-La solución sería que SENACYT, nos apoye con el presupuesto que nos falta, con el apoyo económico que se les da a las madres que son aproximadamente 2,000.00 dólares americanos para la culminación de este proyecto.

-La Cuota o muestra del binomio madres/niños que el país se comprometió a evaluar para la terminación de este proyecto en mayo del 2020, fueron 120 niños/madres.

*RLA/7/023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV).*

## 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Durante el periodo 2019, como contraparte ejecutiva del proyecto RLA/7023 “*Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climáticos* (ARCAL CLIV), se realizaron sendas actividades que fortalecen el desarrollo del proyecto. Los Ministerios de MiAmbiente y Ministerio de Salud se estarán incorporando a partir de abril de 2020.

Estos ministerios estarán involucrados en logística y gestión administrativa. Con estas colaboraciones logramos realizar las diferentes giras (3) de trabajo para escoger los dos posibles sitios de estudio a evaluar en el proyecto. Sin embargo, a mediados de año, ha habido cambio de personal gerencial, es decir, cambio de gobierno, las autoridades son removidas para colocar nuevas, con lo cual, están



## ARCAL

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

evaluando nuevamente los apoyos, este proceso de estudios de proyectos por parte del personal especializado nuevo, ha producido el inconveniente de no poder realizar los muestreos planificados para las fechas establecidas, entre otros muchos.

El personal de la Universidad de Panamá, que apoya el proyecto, (3 personas), un estudiante de pregrado (se gradúa este año), un especialista de química del aire (sufrió un accidente y está de baja) y mi persona, hemos presentado percances para el desarrollo de las tareas conjuntas, así como también la entrega tardía del equipamiento asignado para Panamá.

Estos inconvenientes no nos han permitido realizar los muestreos como teníamos planificados. Sin embargo, ya hemos reorganizado la agenda para que a partir de abril de 2020 pueda reiniciar los muestreos, considerando tener todos los insumos.

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

#### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/ 7023 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	5,500.00 \$
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	3,700.00 \$
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país En nuestro caso Daniel Cáceres se fue con licencia con sueldo por un mes	EUR 3.500 por mes por becario	2,200.00 \$
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	500.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	



## ARCAL

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

12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	500.00
<b>TOTAL</b>		<b>5,000.00</b>

□

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

Las actividades realizadas y que han impactado positivamente al país son las siguientes:

- a. Fortalecimiento de la capacidad nacional: se asignó un especialista para recibir Un (1) curso en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) del Centro de Investigaciones Científicas. (Barcelona, España). Duración 33 días.  
Curso monitoreo de partículas de aire de 2.5 um (pm) y 10.0 um (pm) y estudio y evaluación del Software para modelar los resultados de las partículas de aire.
- b. Este especialista formara próximamente dos estudiantes de maestría quienes se estarán vinculando a partir de abril del presente para conocer las actividades y contenidos del proyecto.
- c. Se realizó un Seminario Internacional: **Curso de Entrenamiento Teórico -Práctico "Aire y Salud Ambiental"** con los especialistas (Joan Grimalt –IDAEA-CSIC-Barcelona, España y Yoelvis Bolaños del Instituto de Ambiente de Cienfuegos, Cuba, para dictar un Curso a los especialistas que participaran en el proyecto, así como también a otros especialistas interesados.  
Este seminario de 40 horas de duración contribuyo a lo siguiente:
  - Facilitar los conocimientos adquiridos en los cursos al equipo vinculante de Panamá
  - Estandarización de metodologías para el análisis de aire
  - Articulación con los tomadores de decisiones (Reuniones MINSA y MIAmbiente)
  - Vinculación con estudiantes de pregrado y maestría para la colaboración en la ejecución del proyecto.

## 3.- RESULTADOS

### A.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

Hemos presentado una serie de dificultades que no nos han permitido tener unos resultados de acuerdo con lo planificado en el cronograma de trabajo:

1. Poco personal para el desarrollo del proyecto. Para poder dar una mejor respuesta hemos vinculado a estudiantes de pregrado y maestría para que nos colaboren en la ejecución. Se les



## ARCAL

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

está brindando capacitación para cuando inicien los muestreos y análisis de los resultados y puedan realizar su trabajo.

2. En espera de una aprobación para un pequeño apoyo económico para los estudiantes que van a participar.
3. Equipamiento: Se ha asignado un apoyo en equipamiento por parte de OIEA, sin embargo, estos han tardado en la entrega, es decir llegar a Panamá y aún falta por entregar insumos, hace unos días hemos recibido comunicación que nos llegará otro equipo en las próximas semanas.
4. Ajuste de fechas de Monitoreo por la entrega tardía de equipamiento. Con lo cual, no hemos realizado muestreos.
5. Para el Curso del Uruguay que se está realizando en estas fechas (febrero del presente), no aceptaron a los dos especialistas que postulamos porque no tenían la experiencia en muestreos de aire, elegimos estos profesionales, considerando que le han aprobado participar en el desarrollo del proyecto y a nosotros nos hace falta personal para ejecutar el proyecto. Ellos recibieron el curso de Monitoreo de Aire y Salud Ambiental dictado por los Dres. Joan Grimalt y Yoelvis Bolaños en septiembre de 2019.



#### 4. ANEXOS

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

Código y Título de Proyecto	Coordinador del Proyecto	Aporte valorado
RLA0059 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXII).	Reynaldo Lee - Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) <a href="mailto:rlee@senacyt.gob.pa">rlee@senacyt.gob.pa</a> Teléfono: (507) 517-0195	€ 1,220.00
RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII).	José Fábrega - Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) <a href="mailto:jose.fabrega@utp.ac.pa">jose.fabrega@utp.ac.pa</a> Teléfono: (507) 6130-1130  Reynaldo Lee - Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) <a href="mailto:rlee@senacyt.gob.pa">rlee@senacyt.gob.pa</a> Teléfono: (507) 517-0195	€ 5,000.00
RLA1013 Creación de conocimientos especializados en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos, y reducir las repercusiones ambientales de la industria (ARCAL CXLVI).	Dr. Reinhardt Pinzón – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) <a href="mailto:reinhardt.pinzon@utp.ac.pa">reinhardt.pinzon@utp.ac.pa</a> Teléfono: (507) 6472-4723	€ 5,200.00
RLA1015 Armonización de los sistemas de gestión integrada y los procedimientos de buenas prácticas de irradiación en las instalaciones de irradiación (ARCAL CLX).	Ing. José Magallón Comisión Panamá Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG) <a href="mailto:jmagallonuno@gmail.com">jmagallonuno@gmail.com</a> Teléfono: (507) 60089455	€ 10,500.00
RLA1016 Certificación de los métodos de medición de flujo y las técnicas de calibración de los medidores de flujo utilizados en las industrias del petróleo y el gas por los radiotrazadores (ARCAL CLXI).	Ing. Saúl García Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP) <a href="mailto:sgarcia@cenamep.org.pa">sgarcia@cenamep.org.pa</a> Teléfono: (507) 517-3100	€ 1,350.00
RLA2016 Apoyo para la formulación de planes de	Dra. Guadalupe González – Secretaría Nacional de Energía (SNE)	€ 4,873.46



## ARCAL

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

desarrollo de energía sostenible a nivel subregional - Fase II (ARCAL CLIII).	<a href="mailto:gugonzalez@energia.gob.pa">gugonzalez@energia.gob.pa</a> Teléfono: (507) 527-9955 (507) 6728-0884	
RLA5068 Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL).	Ismael Camargo Buitrago - Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) <a href="mailto:camargo.ismael@gmail.com">camargo.ismael@gmail.com</a> Teléfono: (507) 6479-3176	€ 5,400.00
RLA5076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV).	Dr. Lucas Enrique Calvo – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) <a href="mailto:lucas.calvo@utp.ac.pa">lucas.calvo@utp.ac.pa</a> Teléfono: (507) 391-7649	€ 1,400.00
RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII).	Dr. José Yau - Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) <a href="mailto:yau_55@yahoo.com">yau_55@yahoo.com</a> Teléfono: (507) 6888-0523	€ 4310.00
RLA5078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el uso de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII).	Dr. José Ezequiel Villareal – Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) <a href="mailto:jevilla38@gmail.com">jevilla38@gmail.com</a> Teléfono: (507) 976-1265	€ 11,108.00
RLA6077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII).	Yassir Ruiz – Instituto Oncológico Nacional (ION) <a href="mailto:yassir_ruiz@hotmail.com">yassir_ruiz@hotmail.com</a> Teléfono: (507) 512-7000	€ 7,150.00
RLA6079 Utilización de técnicas de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños (ARCAL CLVI).	Lcda. Faride Esther Rodríguez Díaz Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICRES) <a href="mailto:faridesther@hotmail.com">faridesther@hotmail.com</a> Teléfono: (507) 6851-3682	€ 44,161.50
RLA7023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación	Dra. Nelva Alvarado Universidad de Panamá (UP) <a href="mailto:nelva.alvarado@up.ac.pa">nelva.alvarado@up.ac.pa</a> Teléfono: (507) 523-6265	€ 5,000.00



## ARCAL

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

del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV).		
Total		€ 106,672.96