



**ARCAL**

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

**INFORME ANUAL 2018**

**País: El Salvador**

**Antiguo Cuscatlán, marzo de 2019**



## ARCAL

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

### **CONTENIDO DEL INFORME**

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

Anexo 4.1 – Formato para el Informe Anual de las Actividades de ARCAL en el país

Anexo 4.2 – Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

En el año 2018, El Salvador se benefició de la Cooperación Técnica ofrecida por el Organismo Internacional de Energía Atómica a través del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), el cual ha permitido fortalecer las capacidades de diversas instituciones nacionales en cuanto a las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en temas como Salud, Agricultura, y Medio Ambiente.

La participación de las instituciones nacionales en el 2018 se realizó en el marco de seis proyectos, de los cuales se han obtenido importantes oportunidades para el desarrollo de investigaciones y mejoramiento de diversas prácticas y capacidades a nivel nacional, los cuales son los siguientes:

- 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).
- RLA/5/068: Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL).
- RLA/5/070: Fortalecimiento de las medidas de vigilancia y de control de la mosca de la fruta mediante el uso de la técnica de los insectos estériles con el enfoque de la gestión integrada zonal de plagas para la protección y expansión de la producción hortícola (ARCAL CXLI)
- RLA/5/071: Disminución de la tasa de parasitosis en las ovejas (ARCAL CXLIV)
- RLA/6/077: Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII)
- RLA/7/022: Fortalecimiento del monitoreo y respuesta regional para entornos marinos y costeros sostenibles (ARCAL CXLV)

Es importante aclarar que en este informe se rendirá cuenta de las actividades realizadas en el marco de los proyectos RLA/5/068, RLA/5/070, RLA/5/071, RLA/6/077 y RLA/7/022.

Los proyectos implementados en 2018 bajo ARCAL, han permitido el desarrollo de la capacidad humana, de la capacidad institucional, de la capacidad física y el intercambio de conocimientos, generando así un importante impacto a nivel de país en materia de aplicaciones nucleares: la transferencia de tecnología nuclear, el fortalecimiento de las relaciones y el intercambio de información entre las instituciones nucleares de la región se encuentran entre algunos de los logros y beneficios obtenidos durante el año 2018, producto de participación en los proyectos ARCAL.



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

La Coordinación Nacional ha realizado las gestiones necesarias de convocatoria y divulgación de las actividades en el marco del ARCAL con las contrapartes nacionales, analizando las nominaciones recibidas y aprobando su participación en las reuniones en el exterior.

En 2018, la Coordinación Nacional participó en la XIX Reunión del Órgano de Representantes de ARCAL (ORA), realizada en Viena el 18 de septiembre, en la cual se presentó el informe de las actividades realizadas en el marco del ARCAL en el período comprendido entre septiembre de 2017 y septiembre de 2018, así como se reportó sobre la XIX Reunión del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA) de ARCAL, realizada en mayo de 2018. En esta reunión se decidió solicitar al Grupo Directivo del OCTA a iniciar los estudios relacionados con la creación de un Fondo ARCAL, estableciendo mecanismos y criterios para las contribuciones.

## 3. RESULTADOS

Proyecto: RLA/5/068:  Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL).
Contraparte: Universidad de El Salvador.

Se realizó una investigación sobre el desarrollo de un protocolo de inducción a la embriogénesis somática en una variedad de café (*coffea arabica*. Variedad Bourbon), material genético de alta prioridad debido a su alta tasa de calidad de café, pero susceptible a la roya del café (*Hemileia vastatrix*), para la inducción a mutaciones utilizando semilla.

### Resultado 1.

Se recibió la visita del experto Ph. D. Andrés Mauricio Gatica Arias para definir las líneas y estrategias de investigación para el desarrollo del proyecto **"Inducción a mutaciones en explantes de café (*Coffea***



**arábica) variedad ‘Bourbon’ en la búsqueda de resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*)."**

Realizada del 24 al 28 de septiembre en Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

### **Introducción**

La Facultad de Ciencias Agronómicas, ha tenido a lo largo de la última década diferentes experiencias mediante proyectos de investigación desarrollados con la Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que tiene por objeto promover la utilización de las tecnologías nucleares con fines pacíficos y en condiciones de seguridad tecnológica y física. Una de las acciones es el apoyo a la seguridad alimentaria, en el cual la Facultad de Ciencias Agronómicas incide mediante investigación en crear alternativas para el desarrollo del país y la Seguridad Alimentaria y nutricional mediante diferentes esfuerzos.

Entre esos proyectos de Investigación mediante la red ARCAL está el RLA 5/068 **Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica**, del cual la facultad cuenta con la contraparte nacional. En la Reunión intermedia del proyecto realizada en la Ciudad de Panamá el pasado mes de Julio, se ajustó el presupuesto a fin que se logre cumplir con uno de los compromisos nacionales, como es la **Inducción a mutaciones en explantes de café (*Coffea Arábica*) variedad ‘Bourbon’ en la búsqueda de resistencia a la roya (*Hemileia Vastatrix*)** y para ello se solicitó la visita de un experto en el área.

Este informe resume las diferentes actividades realizadas con el experto a nivel de laboratorio para definir las diferentes fases a realizar

### **Metodología.**

#### **Material de inicio.**

Se realizó una visita al banco de germoplasma del cultivo de café para identificar el tipo de explante a tomar para introducir al laboratorio. Según la experiencia del experto se debe tomar hojas jóvenes, pero también recomienda hacer pequeños ensayos con los diferentes estadios de las hojas (tiernas, jóvenes y maduras). Con el objetivo de ver que material responde mejor al proceso de inducción a la embriogénesis. Para la práctica se tomaron hojas en diferentes estados al mismo tiempo se recolectaron frutos de café en diferentes estadios. (Figura 1)

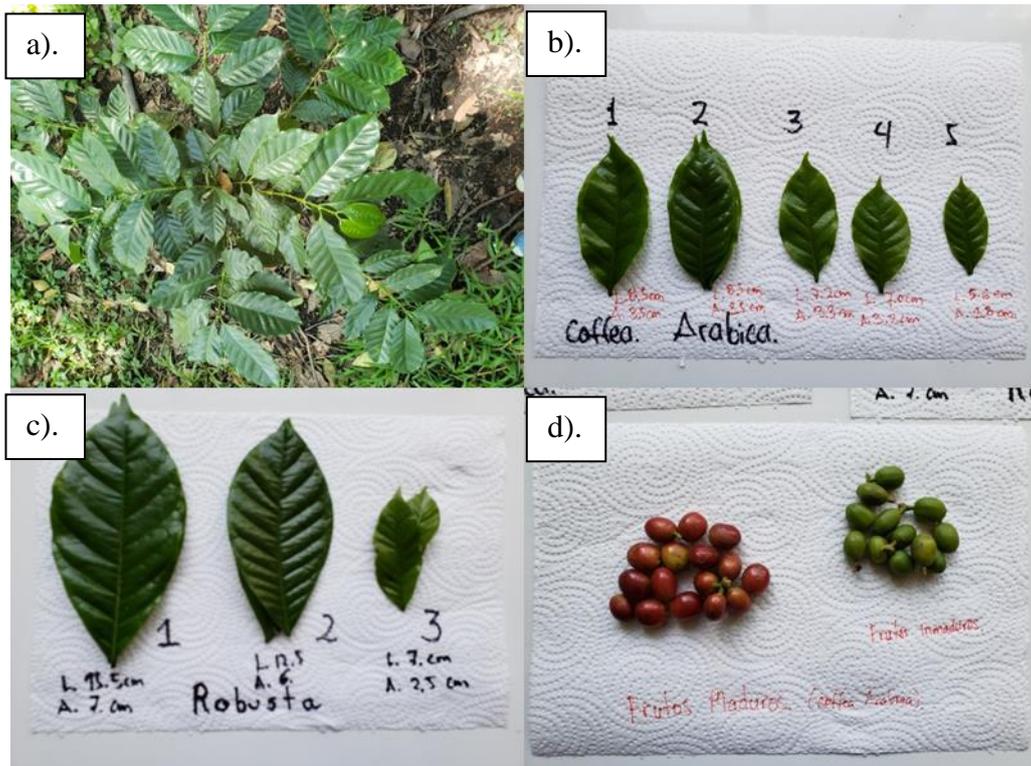


Fig.1. a). Árbol de café (*Coffea Arabica*), b). Diferentes tamaños de hojas de café, c). Hojas de café variedad Robusta, d). Frutos de café maduro e inmaduro.

### Introducción de material de café al laboratorio.

#### Protocolo de desinfección

Las hojas se colocan dentro de un beaker con agua estéril y se le agrega tres gotas de jabón tween 20 y se colocan en agitación constante durante 30 minutos, pasado ese tiempo se descarta el agua y se le hace tres enjuagues con agua destilada estéril, se le agrega alcohol 70 % por 5 minutos, se descarta el alcohol y se enjuagan nuevamente con agua destilada estéril tres veces, luego se llevan a condiciones asépticas y se le agrega hipoclorito de sodio al 20% por 1h aproximadamente y finalmente pasado el tiempo se enjuaga tres veces con agua estéril. Este mismo protocolo se aplicó para semillas maduras e inmaduras. (Figura 2).

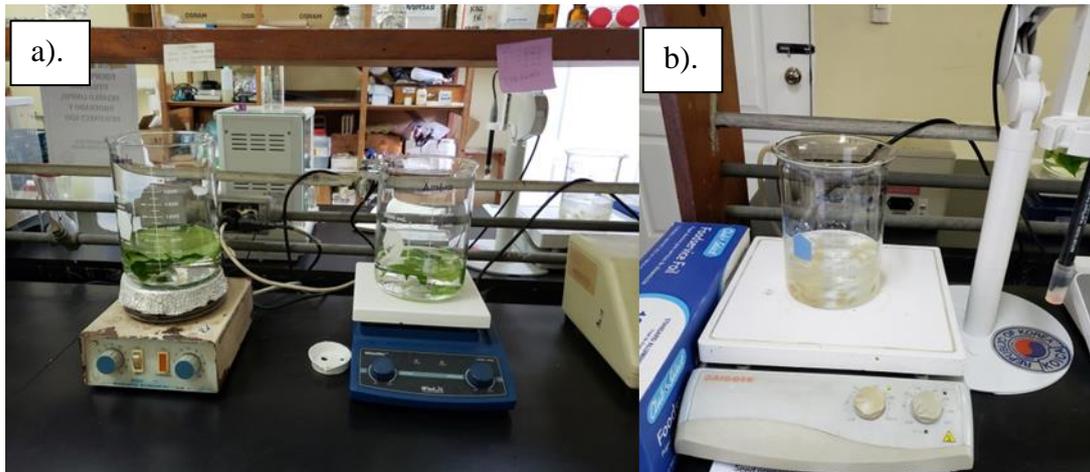


Fig. 2. Establecimiento de protocolo de desinfección. a).Hojas en de diferentes tamaños de *Coffea arábica*, en agitación, b). Semilla de *Coffea arábica* en estado maduro

### Inoculación de material.

Una vez terminada la etapa de protocolo de desinfección se lleva a cabo la inoculación del material en condiciones de asepsia.

Se establecieron varios ensayos para ello se utilizó medio de cultivo Murashige y Skoog y se procedió a la disección del material vegetal, que consiste en eliminar la vena media y los extremos de la hoja quedando así dos tiras de la misma (como se observa en la fotografía). Y luego se corta en cuadros de un centímetro cuadrado, y se inoculan en el medio de cultivo cuatro segmentode hojas llamados explantes. Se tapan los frascos inoculados, se sellan con papel plastic wrap y se identifican. (Figura 3).

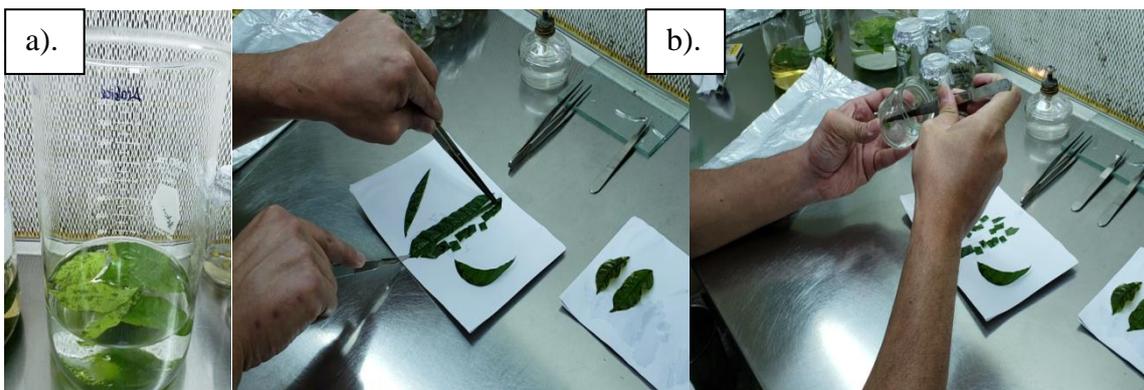


Fig. 3. Inoculación del material vegetal. a). Disección de la hoja en segmentos de un centímetro cuadrado, b). Inoculación de segmentos de hojas en el medio de cultivo MS.



### Introducción de semillas y extracción de embriones de la semilla

Para esta parte se utilizó el mismo protocolo de desinfección y medio de cultivo. En este caso la semilla se coloca directamente en el medio de cultivo y para la extracción del embrión, primero se identifica dónde se ubica el embrión y se procede a extraerlo de la semilla con la ayuda de las pinzas para sujetarlo y con el bisturí para extraerlo. (Figura 4).



**Fig. 4. Demostración de Ph. D. Andrés, como Inocular la semilla y extracción del embrión de la semilla de *Coffea Arabica*.**

Siguiendo con la jornada de trabajo, se estableció una estrategia para la inducción a mutaciones. Donde el experto orientó que rutas podría seguir comenzando desde que tipo de explante a tomar hasta las dosimetrías a investigar

### Tipo de explantes recomendados

1. Semilla
2. Microestacas
3. Embriones somáticos

Primeramente, al tener la semilla hay que determinar la  $DL_{50}$ , al tener la dosis letal media se puede tomar tres vías, germinar in vitro, extraer el embrión o germinar en campo.

### Factores a tomar en cuenta

1. Determinar la dosimetría que puede ser de 0 a 500 Gy.
2. Cantidad de semilla a irradiar.
3. Humedad de la semilla.

En el caso de las microestacas que se hace, se eligen bandolas que están en etapa de floración ya que estas después de ser irradiadas se injertan en patrones y con esta acción se reduce los tiempos para obtener la M1



Finalmente, para trabajar con embriones somáticos igual se debe determinar la Dosis Letal media, variables que se pueden evaluar y para ellos se debe tener en cuenta las etapas que conlleva la obtención de embriones. Dentro de esas consideraciones también se puede ver el tipo de explante a irradiar, en este caso puede ser segmento de hoja, callo de cicatrización y callo embriogénico.

Para los tres tipos de explantes que tipo de irradiación se puede utilizar: rayos X, cobalto 60 ( $Co_{60}$ ). Pero lo primero que hay que determinar la dosis letal media ( $DL_{50}$ ) y luego hacer una irradiación masiva con la dosis adecuada. Para los tres casos hay que considerar los tiempos que se lleva para poder obtener la M1 y M2.

La mañana del jueves 27 de septiembre se realizó un conversatorio con expertos en Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agronómicas y se visitó el laboratorio de CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD "CENSALUD" en el cual uno de los expertos lo solicito ya que está trabajando en embriogénesis somática en cacao, para que el experto vertiera sus opiniones a preguntas específicas. El viernes 28 de septiembre se realizó una conferencia en las aulas 2 y 3 de la Escuela de Posgrado de la Facultad, con el tema titulado: **Aplicación de la embriogénesis somática en café (*Coffea Arábica*) variedad Bourbon como una estrategia para la inducción a mutaciones en la búsqueda de resistencia a la Roya (*Hemileia vastatrix*)**, a la cual asistieron profesionales de diferentes áreas e instituciones y estudiantes de pregrado y del Doctorado en Biología Molecular.(Anexo invitación que se hizo a varias Instituciones y listado de participantes).



Fig. 5. Ph. D. Andrés Gatica explicando las etapas de la embriogénesis somática en café.



## **CONCLUSIONES**

1. La visita de expertos en temas específicos es una gran estrategia de trabajo del OIEA para el desarrollo de investigaciones que ayudarán al progreso del país.
2. La experiencia de otros países que tienen la misma problemática en cultivos de importancia económica es vital debido a que esto hace más eficiente las investigaciones a realizar.
3. La conectividad de trabajo entre el experto visitante y los investigadores ayuda a continuar en la distancia y mediante las TIC's a continuar con la asesoría respectiva.

## **RECOMENDACIONES**

1. La visita de expertos a países con bajas capacidades humanas y de recursos despierta un mayor estímulo en la investigación debido a que se tiene una marcha ya muy definida.
2. La visita de los expertos a los laboratorios de los países que participan en los proyectos ARCAL, permite que esta adapte metodologías de acuerdo a los recursos existentes y deje recomendaciones de acciones a seguir para alcanzar las metas, y dentro de ellas las necesidades de algunos reactivos y otros recursos necesarios que no se tienen

### **Resultado 2.**

#### ***Obtención de un protocolo de inducción a embriogénesis somática en café (Coffea arabica), variedad Bourbon.***

INDICADOR: Formación de callos

#### **❖ ACTIVIDADES PREVIAS**

Con el objetivo de tener material vegetal disponible para ser introducido a laboratorio se inició con la colecta de fruto de café variedad Bourbon para la obtención de semilla en la finca Santa Rosa en la zona de occidente; una vez colectado el fruto, se procedió al despulpado y secado de la semilla en condiciones adecuadas para no dañar la viabilidad del embrión hasta que esta tuviese entre el 11 al 12% de humedad. Posteriormente se guardó en refrigeración a una temperatura de 10°C. Se estableció un ensayo de prueba de germinación de la semilla en invernadero, que consistió en preparar sustrato en macetas y posteriormente se sembraron 5 semillas de café en cada maceta, se establecieron 10 macetas en total de las cuales se obtuvo un 40% de germinación. Se procedió a la separación de las plántulas, es decir 1 plántula por maceta teniendo en total 20 plántulas.



Al mismo tiempo se realiza una prueba de germinación *In vitro*, con el objetivo de tener material libre de plagas y enfermedades y listo para ser introducido directamente a la inducción a la embriogénesis somática. Para ello se investigó mediante revisión de literatura protocolos de desinfección y otros utilizados antes en el laboratorio para otras especies y el medio de cultivo específico para café. Una vez desinfectada la semilla, ésta se coloca directamente en el medio de cultivo y para la extracción del embrión, se utilizaron frutos frescos completamente maduros y primero se identificó dónde se ubica el embrión y se procedió a extraerlo de la semilla con la ayuda de las pinzas para sujetarla y con el bisturí extraerlo. De esta se obtuvieron plántulas de café y se obtuvo material de partida para la inducción.

### ❖ INDUCCIÓN A CALLO

#### **Introducción del material vegetal al laboratorio.**

El material utilizado hojas de café (*Coffea arabica*), variedad Bourbon. El material se recolectó del invernadero de la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y se seleccionó hojas primarias del eje central, las cuales se trasladaron al Laboratorio de Biotecnología Agrícola de la facultad antes mencionada (Figura 1a)

#### **Establecimiento de un protocolo de desinfección.**

Una vez el material vegetal se encuentra en el laboratorio se procedió a la desinfección del material con alcohol 70 % y una solución de hipoclorito de sodio al 20 % (lejía comercial). Con tiempo de 1 hora de inmersión en dicha solución

#### **Inoculación del material.**

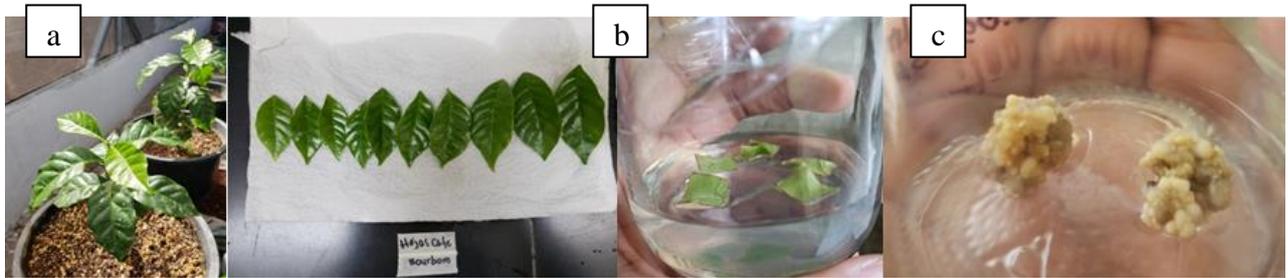
Previamente a este paso se preparó el medio de cultivo de inducción a callo que contiene macroelementos, microelementos, compuestos inorgánicos como azúcar y mio-inositol, un agente gelificante como Phytigel y pH de 5.8 y se dispensan 25 ml de medio en cada frasco de Gerber® con capacidad de 100 ml y se tapa y se lleva a esterilización a 121° C de temperatura y 15 libras de presión por 20 minutos.

Una vez preparados los medios de cultivo y el material vegetal desinfectado se procedieron a la inoculación del material en el medio. Se cortaron secciones de 1 cm<sup>2</sup> de hoja y se colocaron en el medio de cultivo, se tapa el frasco Gerber® y se sella con plasticwrap®. Esta actividad se realiza en condiciones de asepsia, bajo una cámara de flujo laminar. Finalmente se trasladaron los frascos inoculados con sus respectivos explantes al cuarto de crecimiento con las siguientes condiciones de temperatura 24 °C en oscuridad de por un mes. (Figura 1b)



### ❖ PROLIFERACION DE CALLOS EMBRIGENICOS

Para esta etapa se prepara un medio de cultivo con los mismos componentes del medio de inducción a callo adicionando Bencil amino purina (BAP) 4 mg/l, los explantes son colocados en el nuevo medio. Las condiciones de temperatura son las mismas que la etapa anterior lo que varía es que pasan a luz indirecta y el tiempo de esta etapa es de 6 meses. (Figura 1c)



**Fig. 1. Proceso para la inducción a embriogénesis somática. a) Plántula en invernadero b) Hojas seleccionadas para la inducción a callo c) Trozos de hojas de un centímetro cuadrado en medio de cultivo d) Formación de callos embriogénicos y proliferación. Facultad de Ciencias Agronómicas. UES 2018.**

### 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.

#### DIFICULTADES

- Los resultados esperados son muy buenos, sin embargo, para el caso de embriogénesis somática en café, se requieren reactivos específicos para los medios de inducción.
- Falta de materiales y equipo para el desarrollo de las suspensiones celulares de los explantes que ya están en la proliferación de células embriogénicas.
- Falta de equipo, materiales y reactivos para estudios histológicos de los embriones en formación.
- Falta de cebadores, nucleótidos y otros reactivos, así como una cámara electroforética vertical y un TR PCR para el estudio molecular de 26 líneas mutantes de frijol en la M8.

#### PROBLEMAS

- La no existencia de una planta de energía eléctrica, y los cortes frecuentes de energía en el laboratorio, afectan el desarrollo de protocolos de las diferentes fases de las actividades dentro del laboratorio.



- b. Equipo de flujo laminar con más de 30 años de existencia genera muchos problemas de actividades dentro del laboratorio, debido a que hay que repararlas frecuentemente.

Proyecto: RLA/5/070:

Fortalecimiento de las medidas de vigilancia y de control de la mosca de la fruta mediante el uso de la técnica de los insectos estériles con el enfoque de la gestión integrada zonal de plagas para la protección y expansión de la producción hortícola (ARCAL CXLII).

Contraparte: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Se implementó un sistema de vigilancia en moscas de la fruta homologada con los países latinoamericanos y del Caribe aplicada al control de moscas de la fruta, con el objetivo de conocer las condiciones de poblaciones de moscas de la fruta que podrían ingresar a El Salvador, para ello se implementaron ocho sitios de vigilancia en puntos de entrada del país, cada sitio georreferenciado con el uso de GPS, se instalaron y se revisan en periodos de 15 días trampas Jackson con atrayentes Trimedlure, Cuelure y Metil Eugenol, Trampas McPhailcon Proteína Hidrolizada (derivado proteico) y trampas de panel Amarillo para captura de moscas no nativas como *Ceratitis capitata*, *Anastrepha suspensa*, *Anastrephagrandidis*, *Bactrocera*spp, *Dacus*spp, *Rhagoletis*spp.

Hasta la fecha no se han reportado capturas de moscas no nativas en ninguna de las trampas instaladas.

Se contó con la participación de personal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA) en el Simposio Internacional Curso Regional de Capacitación en Tecnología de Vanguardia para la Gestión Integrada de las Moscas de la Fruta de Importancia desde el Punto de Vista Económico y la Cuarentena” realizado en Tapachula, México del 23 al 27 de abril de 2018.

Se ha logrado el mantenimiento del Proyecto PIPIL como área de baja prevalencia de Moscas del Mediterráneo, con una superficie estimada de 16 invernaderos de una hectárea cada uno, más 500 metros de diámetros de perímetros que compone el área Búfer o de protección y con las condiciones agroecológicas favorables para la producción de Chile pimienta para



exportación. En esta localidad se mantienen instaladas 32 trampas McPhail dentro de los invernaderos y 37 trampas en la zona Búfer, teniéndose lecturas de presencia de *Ceratitis capitata* en 0.000 en zona Búfer y áreas de invernaderos.

Este proyecto de producción y exportación de Chile pimentón representa para la economía nacional, dividendos en millones de dólares por año.

Entre otros resultados también podemos encontrar que se mantienen en vigilancia fitosanitaria 15 rutas de trampeo de moscas de la fruta a nivel nacional, con 325 trampas, con la finalidad de establecer zonas de baja prevalencia para exportación de frutas y hortalizas.

Entre las dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto y del acuerdo, se pueden mencionar:

- No se participó en un Curso Regional de Capacitación Técnica por parte de la agencia y se necesitan formar y actualizar en este tema, ya que hay técnicos nuevos y antiguos, y que se considera de importancia que conozcan y actualicen más sobre el tema de moscas de la fruta.

Solución: Proponer y gestionar la participación de becas de cursos y/o talleres para formar y actualizar a técnicos relacionados en este tema, así como en la generación de nuevas bases de datos que contribuyan a mantener sistematizado los resultados de campo.

- No se cuenta con equipo de software GIS, así como la asistencia técnica necesaria para poder contar con personal capacitado y obtener producto en la elaboración y actualización de mapas, base de datos y otros en el tema relacionado.

Solución: Disponer de software y la formación de personal.

- Se requiere el mejoramiento del laboratorio de cría y reproducción de parasitoides de moscas de la fruta con equipo, infraestructura y técnicamente para incrementar la producción y por ende las liberaciones.

Solución: Obtener fondos económicos mediante gestiones, para la obtención de equipo, maquinaria, infraestructura y capacitaciones técnicas de alto nivel.



## ARCAL

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

Proyecto: RLA/5/071:

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

Contraparte: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Se ha trabajado con ejemplares que se tienen en el Centro Agropecuario el Matazano, a los cuales se les hizo exámenes tales como HPG, y logrando identificar a los machos y hembras de mayor edad que son resistentes y que fueron descartados de la población habiendo seleccionado los que tuvieron un resultado favorable para el uso de reproductores al servicio de la población.

Las participaciones en el “Curso regional de entrenamiento en Genética de la resistencia parasitaria en ovejas y cabras: Aplicación de la información genómica y de marcadores de ADN para mejorar la reproducción de pequeños rumiantes” han logrado construir las capacidades básicas para la implementación de actividades de cooperación con expertos de los laboratorios de la IAEA y en el resto de Latino América en el marco de un proyecto bien estructurado de reproducción de aquellos pequeños rumiantes con resistencia genética a parásitos GI que esté basado en la aplicación de datos genómicos y de marcadores de ADN junto a técnicas de reproducción asistida que busque incrementar la producción y de disminuir rápidamente las pérdidas por los altos costos inherentes a los problemas de salud y de adaptación a los cambios medioambientales en el ganado ovino y caprino de El Salvador.

Entre las dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto y del acuerdo, se puede mencionar el acceso al sistema para poder mandar los candidatos.



Proyecto: RLA/6/077:

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

Contraparte: Instituto del Cáncer de El Salvador.

Lo más destacado para nuestro país fue la participación de varios miembros del equipo del Instituto del cáncer en algunas de las actividades del proyecto regional de cooperación técnica RLA/6/077: Toma de decisiones estratégicas para el fortalecimiento de capacidades de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII) entre los que podemos destacar:

1. Segunda reunión de coordinadores de proyecto, en Viena, Austria del 22 al 26 de enero de 2018.
2. La visita del Dr. Federico Gutt, experto en física médica, enviado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, San Salvador, del 19 de febrero al 2 de marzo del año 2018.
3. Curso de seguridad Física nuclear, “Escuela internacional de Seguridad Física Nuclear, Madrid, España, del 21 de mayo al 01 de junio de 2018.
4. Curso Subregional de tecnólogos para IMRT, IGRT, San José, Costa Rica, septiembre de 2018.
5. Capacitación regional para físicos y tecnólogos sobre conceptos básicos de imágenes médicas en medicina nuclear y radiología, Bogotá, Colombia, del 11 al 15 de febrero de 2018.

Con la implementación de dichas actividades se pudo poner de manifiesto la necesidad de la educación continuada en temas tan actuales como los presentes, y con el cual y debido a la idiosincrasia de las instituciones que enfrentan el cáncer en El Salvador, cobra aún más relevancia. De esta manera se vieron favorecidas instituciones de gobierno tales como El Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), Hospital Nacional Rosales (HNR), e



instituciones no gubernamentales sin fines de lucro como el Instituto del Cáncer de El Salvador (ICES).

Cada una de las personas miembros que asisten a las diferentes capacitaciones y cursos se vuelven entes de reproducción de información y con esto fortalecen y solidifican las instituciones, las cuales a su vez ponen en práctica lo desarrollado y capitalizado en cada uno de los pacientes que se acerca en búsqueda de la recuperación de la salud, fueron emisoras y multiplicadores del mensaje oportuno y de las técnicas y cuidados que todo el personal involucrado con los pacientes de medicina de radiación deben de contar, y más aún cuidados también en el personal que manipula y tiene contacto con estas herramientas tan útiles y sensibles en el tratamiento del cáncer.

Una dificultad que siempre se presenta, es la premura con la que el Organismo notifica de las distintas actividades, pues en algunas ocasiones se vuelve tan corto que se cae en errores de omisión de información lo que determina, muchas veces la no participación en las distintas actividades en las que el país se vería beneficiado.

Proyecto: RLA/7/022:

Fortalecimiento de la Red de Vigilancia y Respuesta para la sostenibilidad de los ambientes marinos y costeros (ARCAL CXLV)

Contraparte: Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de El Salvador.

El proyecto ha permitido capacitar a profesionales de algunos de los países de la región para evaluar e interpretar datos relevantes utilizando tecnologías nucleares y se está generando información científico-técnica en temas como la contaminación costera y sus impactos como las Floraciones Algales Nocivas (Mareas Rojas).

Estas capacidades serán utilizadas eficientemente para la toma de decisiones y la salvaguarda de la salud, la seguridad alimentaria y el empleo de millones de personas. La Red de Vigilancia y Respuesta para la Sostenibilidad de los Ambientes Marinos y Costeros en el Caribe-Pacífico, enfocada a la comunicación de información a los tomadores de



decisión y usuarios finales, contribuirá a establecer planes de acción nacionales y regionales en el manejo integrado costero del Caribe-Pacífico y la sostenibilidad de la región. Este proyecto podría ser utilizado como modelo en la gestión de la información y la comunicación de la ciencia y la tecnología nucleares en América Latina.

Concretamente se ha recibido capacitación en el tema de microplásticos, de tal forma que se está realizando un estudio sin precedentes sobre la contaminación por microplásticos en playas de El Salvador. Adicionalmente, el equipo de comunicación del proyecto por parte de El Salvador, fue capacitado para generar estrategias efectivas de comunicación, lo que se está traduciendo en la generación de dos videos educativos sobre el tema de microplásticos y mareas rojas. Finalmente, el proyecto continuara suministrando reactivos y equipamiento para medición de toxinas paralizantes en productos pesqueros empleando el método del Ensayo Receptor Ligando (Radioensayo).

Se han identificado los factores de estrés en ecosistemas marinos y costeros, a saber:

- Contaminación: radiactividad, metales pesados, compuestos orgánicos persistentes, microplásticos, antibióticos, hormonas y otros fármacos, nutrientes y sedimentos
- Acidificación del mar (OA),
- Floraciones Algales Nocivas FANs (Mareas Rojas) y/o arribazones de macroalgas
- Eutrofización
- Erosión costera
- Hipoxia
- Incremento en el nivel del mar.

Los estresores de contaminación para la región catalogados como prioritarios son acidificación oceánica y Floraciones Algales Nocivas FANs (Mareas Rojas). En el caso de El Salvador se han realizado importantes avances que han fortalecido el monitoreo y estudio de FANs, lo que posiciona al país a la vanguardia en la región.

Dentro de contaminación, El Salvador realiza el monitoreo microplásticos, sedimentos, saxitoxinas, microalgas, radiactividad marina y metales pesados. Se prevé la importancia de establecer mediciones de temperatura y oxígeno a largo plazo en las zonas costeras de la región.



Se ha consensuado y revisado un plan de trabajo del Proyecto RLA7022 con el fin de incluir indicadores de resultados realistas y alcanzables en el marco de la duración del proyecto (2018-2019).

Entre las dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto y del acuerdo, se puede mencionar que ha habido algunos atrasos en la compra de equipos, materiales y reactivos concernientes al análisis de microplásticos y saxitoxinas, que se espera no afecte la ejecución del proyecto. Además, hubo cambio de DTM, el Sr. Carlos Alonso Hernández de Cuba está a cargo en sustitución de Álvaro Morales de Costa Rica.

#### 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
Proyecto: RLA/5/068: Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL).	Jenny Xiomara Ángel Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador Tel. (+503) 7603 3267 Email: xiomangel@gmail.com	8,850.00
Proyecto: RLA/5/070: Fortalecimiento de las medidas de vigilancia y de control de la mosca de la fruta mediante el uso de la técnica de los insectos estériles con el enfoque de la gestión integrada zonal de plagas para la protección y expansión de	Douglas Escobar Dirección General de Sanidad Vegetal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Tel: (+503) 2210 1747 Email: douglas.escobar@mag.gob.sv	7,000.00



ARCAL

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

la producción hortícola (ARCAL CXXI).		
Proyecto: RLA/5/071: Disminución de la tasa de parasitosis en las ovejas (ARCAL CXLIV)	Rodrigo Núñez División de Identificación, Rastreabilidad y Reproducción Animal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Tel: (+503) 2202 0874 Email: rodrigo.nunez@mag.gob.sv	--
RLA/6/077: Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII)	Pablo Escobar Departamento de Patología Instituto del Cáncer de El Salvador Tel. (+503) 7736 1640 Email: paescobarg@ujmd.edu.sv	14,000.00
Proyecto: RLA/7/022: Fortalecimiento de la Red de Vigilancia y Respuesta para la sostenibilidad de los ambientes marinos y costeros (ARCAL CXLV)	Oscar Amaya Laboratorio de Toxinas Marinas Universidad de El Salvador Tel: (+503) 2511 2000 ext. 5027 Email: oscar.amaya@ues.edu.sv	1,561.00
Total		31, 411.00

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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	8,500.00
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	4,511.00
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	1,500.00
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	500.00
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	600.00
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Viáticos interno/externo</li><li>• Transporte interno/externo</li></ul>	Máximo EUR 7.500/proyecto	450.00
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	15,350.00
<b>TOTAL</b>		<b>31,411.00</b>

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