



ARCAL

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

INFORME ANUAL ARCAL 2017

País: PANAMÁ

Compilado por
Reynaldo A. Lee V.
Coordinador Nacional ARCAL
Aportes de: ION, IDIAP, MIDA, UTP, SNE
Febrero 2018



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.....	3
2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL.....	4
3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO.....	5
4. ANEXOS.....	65



1. RESUMEN EJECUTIVO

Panamá durante el periodo 2017 del programa del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear para América Latina y el Caribe (ARCAL), participó en ocho (8) proyectos regionales activamente en actividades tales como reuniones regionales de coordinación, cursos de entrenamiento, visitas científicas de expertos y sesión del programa de cooperación internacional con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Estos esfuerzos a nivel regional brindan mejoras en los procedimientos y técnicas nucleares para el fortalecimiento de las capacidades nacionales y beneficio de los usuarios finales de la sociedad.

Las instituciones nacionales que participaron en la ejecución de los proyectos regionales del ciclo de proyectos 2016-2017 y continuación de proyectos regionales ARCAL fueron:

- 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)
- Autoridad de los Recursos Acuáticos (ARAP)
- Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA)

Las áreas temáticas que se han priorizado de acuerdo al Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe (PER 2016-2021) y el Marco Programático Nacional en el periodo 2017 son las siguientes:

ENERGIA (1)

1. *RLA/2/015 Apoyo a la elaboración de planes nacionales de energía con el fin de satisfacer las necesidades energéticas de los países de la región haciendo un uso eficaz de los recursos a medio y largo plazo (ARCAL CXLIII).*

SALUD HUMANA (2)

2. *RLA/6/072 Apoyo a la creación de capacidad de los recursos humanos para un enfoque integral de la radioterapia (ARCAL CXXXVIII).*
3. *RLA/6/077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII).*

SEGURIDAD ALIMENTARIA (2)

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

MEDIO AMBIENTE (2)

6. *RLA/7/019 Elaboración de indicadores para determinar los efectos de los pesticidas, metales pesados y contaminantes nuevos en ecosistemas acuáticos continentales (ARCAL CXXXIX).*
7. *RLA/7/021 Utilización de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar los efectos de la contaminación causada por las actividades agrícolas y domésticas en la calidad de las aguas subterráneas (ARCAL CXLIX).*



TECNOLOGÍA CON RADIACIÓN (1)

8. *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).*

2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

El Coordinador Nacional por Panamá participó de las siguientes reuniones:

- a. Participación de la Reunión de Acreditación de Laboratorios de Macroinvertebrados como Bioindicadores de Salud e Integridad Ecológica de Sistemas Dulceacuícolas del proyecto RLA/7/019 Elaboración de indicadores para determinar los efectos de los pesticidas, metales pesados y contaminantes nuevos en ecosistemas acuáticos continentales (ARCAL CXXXIX), en ciudad de Panamá Panamá del 20 al 24 de febrero de 2017.
- b. Participación en la Misión de Experto Dra. María Teresa Blarasin del proyecto “RLA/7/021 Utilización de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar los efectos de la contaminación causada por las actividades agrícolas y domésticas en la calidad de las aguas subterráneas (ARCAL CXLIX) del 6 al 10 de marzo 2017, ciudad de Panamá, Panamá.
- c. Conversatorio de Recursos Hídricos en el edificio 205, Salón Coiba, viernes 10 de marzo 2017, organizado y auspiciado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).
- d. XVII Reunión Ordinaria del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA) del 08 al 11 de mayo de 2017, en Cancún, Quintana Roo, México.
- e. Participación de la Conferencia Internacional del Organismo Internacional de Energía Atómica sobre Cooperación Internacional “60 años y mas Contribuyendo al Desarrollo” del 29 de mayo al 02 de junio de 2017.
- f. Participación del Curso Regional de Capacitación sobre los Procedimientos para el Establecimiento de Unidades Funcionales Oncológicas del proyecto RLA/6/077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII), realizado en ciudad de Panamá, Panamá del 10 al 14 de Julio de 2017.
- g. Sesión Informativa del Programa de Cooperación Internacional en Salud del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en el edificio 205, Salón Coiba, miércoles 12 de julio de 2017, organizado y auspiciado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).
- h. Participación del Taller de Trabajo para la Convocatoria de Conceptos de Proyectos ARCAL para el ciclo 2020-2021, los días 9 y 10 de octubre, en Ciudad de Panamá, Panamá. Organizado y auspiciado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).
- i. Participación en la reunión de cierre del proyecto “RLA/7/021 Utilización de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar los efectos de la contaminación causada por las actividades agrícolas y domésticas en la calidad de las aguas subterráneas (ARCAL CXLIX) del 4 al 8 de diciembre 2017, ciudad de Panamá, Panamá.
- j. Coordinación y apoyo a las instituciones nacionales en el proceso presentación en los conceptos de proyectos regionales ARCAL, en el nuevo ciclo de proyectos 2020-2021.
- k. 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, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO.

Proyecto Regional RLA/2/015 Apoyo a la elaboración de planes nacionales de energía con el fin de satisfacer las necesidades energéticas de los países de la región haciendo un uso eficaz de los recursos a medio y largo plazo (ARCAL CXLIII).

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).

La participación de los colaboradores en este proyecto, consistió en recibir entrenamiento y utilizar los modelos de planificación MESSAGE, FINPLAN Y SIMPACTS, durante el año 2017:

MESSAGE - El “Curso Regional de Entrenamiento en Evaluación de Tecnologías Energéticas Rentables, incluyendo Energía Nuclear, como NDCs para la Mitigación del Cambio Climático”, realizado en el Laboratorio Nacional Argonne (Estados Unidos de América), del 17 al 21 de julio 2017, consistió de 40 horas de entrenamiento, presentaciones y discusiones técnicas en temas como: energía, cambio climático y desarrollo sostenible, tecnologías energéticas para mitigación de cambio climático (incluyendo energía nuclear), Acuerdo de París, Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDCs) y modelado de sistema energéticos para evaluación de rentabilidad de NDCs utilizando la herramienta MESSAGE (Model for Energy Supply System Alternative and their General Environmental Impacts). Por parte de la Secretaría Nacional de Energía de Panamá asistieron tres (3) colaboradores.

El taller incluyó presentaciones por parte de los expertos de la OIEA, complementadas con sesiones de trabajo, las cuales consistieron en: ejercicios de evaluación económica, juego de roles en cuanto a las entidades involucradas en el desarrollo financiero de un proyecto eléctrico (banco, empresa de venta de energía, inversionista, el gobierno); finalmente, se trabajó por 3 días en el caso-país, usando el modelo del país desarrollado en talleres anteriores, considerando los NDCs presentados por Panamá para el Acuerdo de París.

FINPLAN - El taller regional para la evaluación y análisis de la viabilidad financiera de proyectos de generación de electricidad usando la herramienta del OIEA FINPLAN que estaba programado a realizarse del 25 al 29 de septiembre de 2017 en el Distrito Federal, México, fue reprogramado del 05 al 09 de febrero de 2018, debido a problemas de fuerza mayor presentados en la ciudad de México.

SIMPACTS - Taller para presentación de los resultados de la Evaluación y Análisis del Impacto Ambiental de Proyectos de Generación de Electricidad usando la herramienta SIMPACTS, realizado en Belo Horizonte, del 23 al 27 de octubre de 2017. En el evento se presentaron los casos de cada país.

2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

MESSAGE – Como parte de los objetivos de este proyecto, está el de poder implementar estos programas para análisis energéticos, económicos y ambientales. En el caso del MESSAGE, el modelo desarrollado para Panamá se actualizó al 2017 para la revisión del Plan Energético Nacional



2015 – 2050. Los resultados obtenidos demostraron una gran desviación respecto al plan original, el cual fue realizado con otras herramientas de planificación de generación por parte de la institución encargada (Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., ETESA), a la cual se le solicitó el apoyo para el mismo en el 2015. Considerando esto, se tiene planificado la revisión de la base de datos, la actualización del año base y la ejecución de más pruebas hasta obtener resultados comparables con los de ETESA.

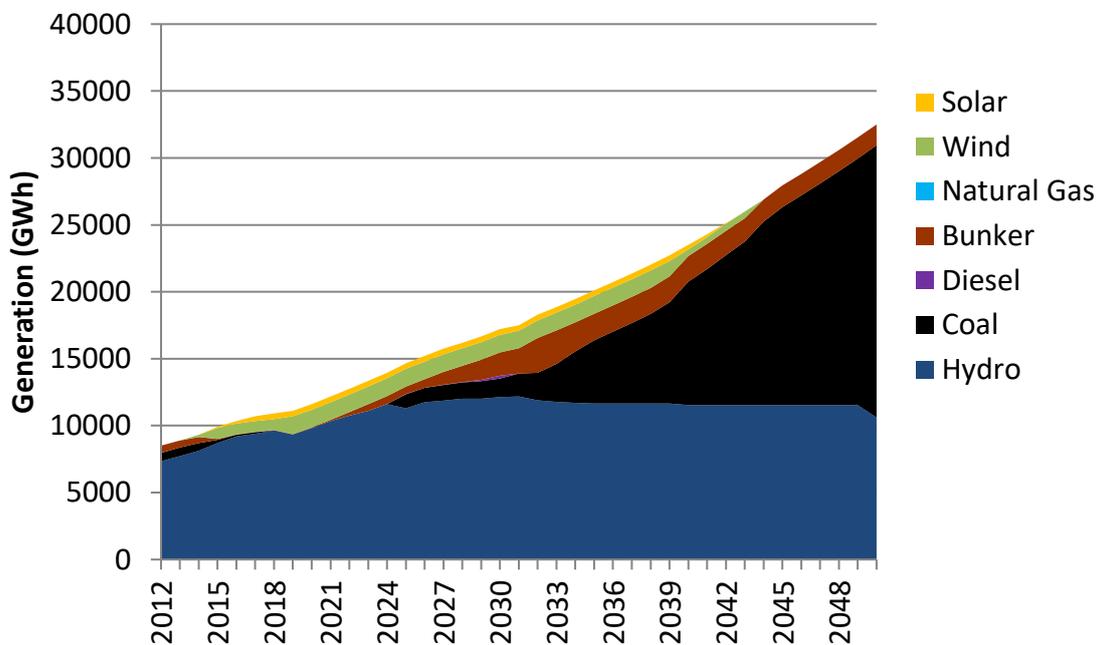
SIMPACTS – Como parte del objetivo a lograr del proyecto, el mismo contempla presentar y discutir el impacto ambiental causado por los proyectos de generación de electricidad realizados por cada país participante. Panamá como miembro participante obtuvo resultados interesantes del caso país presentado a través de la herramienta SIMPACTS, donde se observó que mediante el uso de la misma pueden verificarse y compararse la información obtenida con los rangos y parámetros de las normativas de emisión ambiental que permitan el desarrollo de la actividad de generación de electricidad de forma amigable con el ambiente. Esto a su vez también permite que las empresas generadoras como tal, puedan llevar un mejor control de sus emisiones mediante el monitoreo y aplicación de ésta herramienta.

3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Resultados:

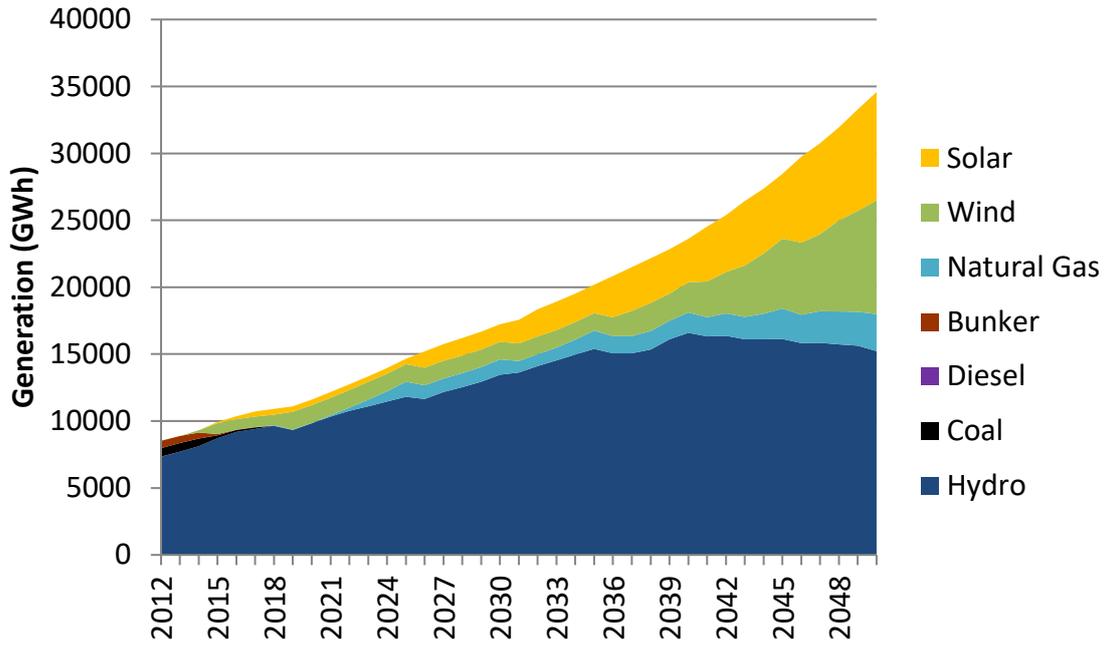
MESSAGE – Las evaluaciones realizadas en el taller mostraron los siguientes resultados:

- La generación en el Escenario de Referencia muestra una alta penetración de fuentes fósiles (principalmente carbón y búnker). Este escenario cuenta con escasas medidas de implementación de tecnologías renovables.



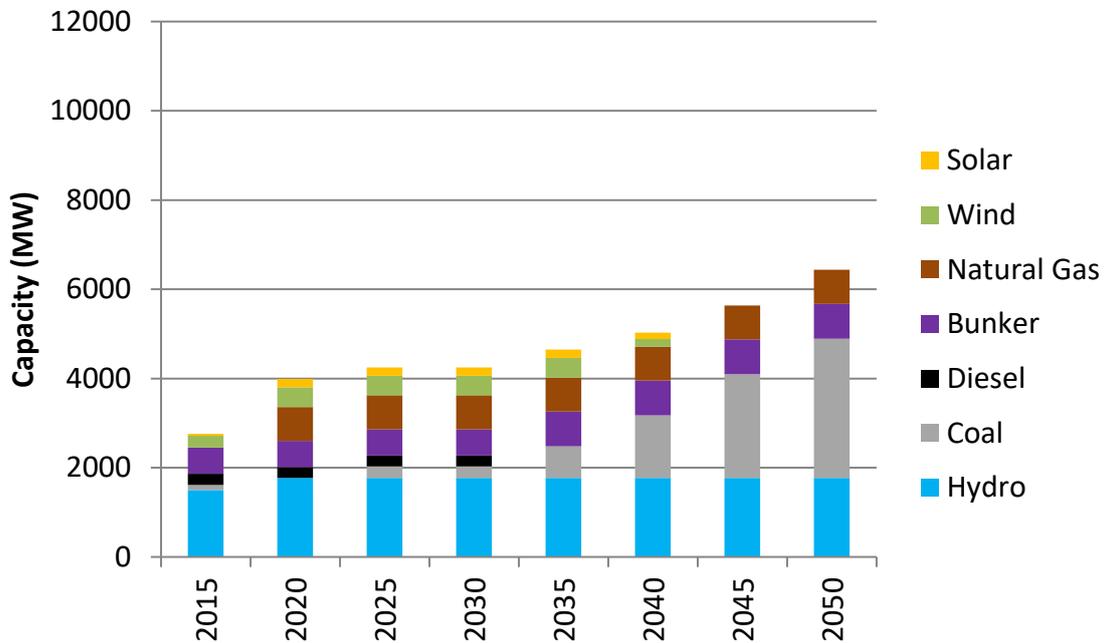
Generación por tipo de fuente – Escenario de Referencia (2012 – 2050)

- Para el Escenario Alternativo se tomaron en cuenta medidas para una mayor integración de renovables, respaldada por una potencia firme a base de gas natural, el cual se considera un combustible menos contaminante respecto a los convencionales.

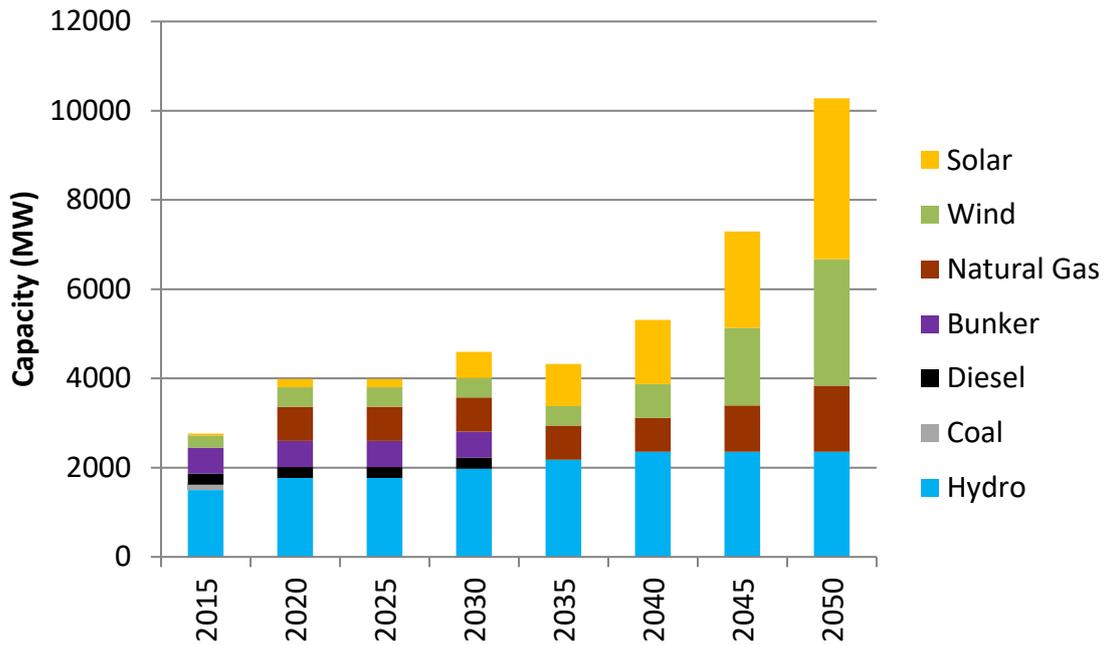


Generación por tipo de fuente – Escenario Alternativo (2012 – 2050)

- Al comparar la capacidad instalada entre escenarios, se observa una diferencia de 3800 MW, para cumplir con los parámetros de demanda y confiabilidad del sistema.

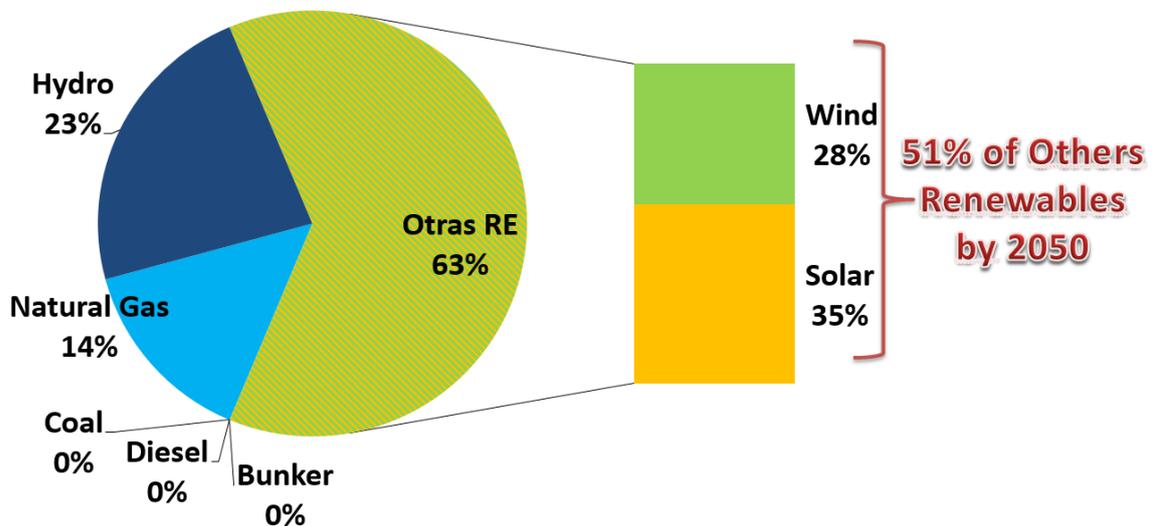


Capacidad total instalada – Escenario de Referencia (2015 – 2050)



Capacidad total instalada – Escenario Alternativo (2015 – 2050)

- La participación de las energías renovables en el año 2050 es del 51%, lo cual significa que el NDC de Panamá (participación de 30%) es realizable, considerando las premisas del Escenario Alternativo.



Distribución de capacidad total instalada – Escenario Alternativo (Año 2050)

Entre las conclusiones presentadas y recomendaciones están:

- La restricción de confiabilidad (potencia firme mínima requerida por el sistema) podría influir en la capacidad total instalada y por ende en el aporte de energías renovables.
- Se requiere implementar NDC enfocado en el sector transporte y no sólo al sector eléctrico.



SIMPACTS

- Datos de Entrada (Inputs) proporcionados para el caso país

Case type	Fossil	Emission & Dispersion	
Economic Defaults	PANAMA	Base elevation	8.4 m
Domain Data		Stack Height	32.1 m
Domain ID	DExCas	Stack Diameter	1.39 m
Domain Name	Example	Exit Temperature	623.15 K
Time Frame	Full year	Exit Velocity	30.18 m/s
Cell Size	5x5 km	Emission cycle	constant
Latitude	49.3	Emission rate unit	kg/h
Longitude	-1.9	SO2 emissions	kg/h
		NOx emissions	kg/h
		PM10 emissions	kg/h

- Resultados de emisiones para caso país del 2013

		EMISIONES DE CO2 (2013)									
Mes	Barriles	Fuel N6 Galones	BTU/galón	Fuel N6 BTU	GJ/BTU	GJ	g/GJ	g CO2	kg CO2	tCO2	kg CO2/hora
Enero	66412.81	2,789,338.02	151,300.00	4.22027E+11	1.0551E-06	445,280.52	77,000.00	34,286,600,151.16	34,286,600.15	34,286.60	46,084.14
Febrero	67789.79	2,847,171.18	151,300.00	4.30777E+11	1.0551E-06	454,512.81	77,000.00	34,997,486,540.04	34,997,486.54	34,997.49	47,039.63
Marzo	85200.05	3,578,402.10	151,300.00	5.41412E+11	1.0551E-06	571,244.05	77,000.00	43,985,792,006.23	43,985,792.01	43,985.79	59,120.69
Abril	84139.48	3,533,858.16	151,300.00	5.34673E+11	1.0551E-06	564,133.21	77,000.00	43,438,256,982.15	43,438,256.98	43,438.26	58,384.75
Mayo	84254.29	3,538,680.18	151,300.00	5.35402E+11	1.0551E-06	564,902.98	77,000.00	43,497,529,350.89	43,497,529.35	43,497.53	58,464.42
Junio	81805.29	3,435,822.18	151,300.00	5.1984E+11	1.0551E-06	548,483.07	77,000.00	42,233,196,705.27	42,233,196.71	42,233.20	56,765.05
Julio	85603.15	3,595,332.30	151,300.00	5.43974E+11	1.0551E-06	573,946.73	77,000.00	44,193,898,371.87	44,193,898.37	44,193.90	59,400.40
Agosto	84720.5	3,558,261.00	151,300.00	5.38365E+11	1.0551E-06	568,028.79	77,000.00	43,738,217,191.93	43,738,217.19	43,738.22	58,787.93
Septiembre	68018.26	2,856,766.92	151,300.00	4.32229E+11	1.0551E-06	456,044.64	77,000.00	35,115,437,572.93	35,115,437.57	35,115.44	47,198.17
Octubre	81932.16	3,441,150.72	151,300.00	5.20646E+11	1.0551E-06	549,333.70	77,000.00	42,298,695,228.24	42,298,695.23	42,298.70	56,853.08
Noviembre	69163.66	2,904,873.72	151,300.00	4.39507E+11	1.0551E-06	463,724.25	77,000.00	35,706,767,345.20	35,706,767.35	35,706.77	47,992.97
Diciembre	73935.49	3,105,290.58	151,300.00	4.6983E+11	1.0551E-06	495,718.12	77,000.00	38,170,295,498.87	38,170,295.50	38,170.30	51,304.16

- Resultados de PM10, para análisis de afectaciones a la salud producto de la actividad de generación de electricidad mediante la combustión de combustibles.

		PM10									
Mes	Barriles	Galones	BTU/galón	BTU	GJ/BTU	GJ	g/GJ	g	kg	tons	kg/hora
Enero	2013.37	84561.54	137452	1.1623E+10	1.0551E-06	12263.5885	5	61317.9426	61.3179426	0.06131794	0.08241659
Febrero	2629.28	110429.76	137452	1.5179E+10	1.0551E-06	16015.1428	5	80075.7139	80.0757139	0.08007571	0.11505131
Marzo	3741.34	157136.28	137452	2.1599E+10	1.0551E-06	22788.7841	5	113943.921	113.943921	0.11394392	0.15315043
Abril	3813.67	160174.14	137452	2.2016E+10	1.0551E-06	23229.3516	5	116146.758	116.146758	0.11614676	0.16131494
Mayo	3529.21	148226.82	137452	2.0374E+10	1.0551E-06	21496.6843	5	107483.421	107.483421	0.10748342	0.14446696
Junio	2542.42	106781.64	137452	1.4677E+10	1.0551E-06	15486.072	5	77430.3598	77.4303598	0.07743036	0.10754217
Julio	2822.89	118561.38	137452	1.6296E+10	1.0551E-06	17194.4359	5	85972.1794	85.9721794	0.08597218	0.115554
Agosto	2936.05	123314.1	137452	1.695E+10	1.0551E-06	17883.702	5	89418.5099	89.4185099	0.08941851	0.12018617
Septiembre	1355.48	56930.16	137452	7825164352	1.0551E-06	8256.33091	5	41281.6545	41.2816545	0.04128165	0.05733563
Octubre	904.27	37979.34	137452	5220336242	1.0551E-06	5507.97677	5	27539.8838	27.5398838	0.02753988	0.03701597
Noviembre	1415.92	59468.64	137452	8174083505	1.0551E-06	8624.47551	5	43122.3775	43.1223775	0.04312238	0.05989219
Diciembre	531.35	22316.7	137452	3067475048	1.0551E-06	3236.49292	5	16182.4646	16.1824646	0.01618246	0.02175062



- Resultados obtenidos de la herramienta SIMPACTS en cuanto a costos e incidencias a la salud producto de la actividad de generación de electricidad mediante la combustión de combustibles.

Total damage costs			20743.32
Human Health - Impacts and Damage Costs			
Pollutant	Impact type	Health impact [cases / year]	Damage costs [US\$ / year]
PM10	Lower Respiratory Symptom - adults with chron	829.663	20741.59
	PM10 Subtotal		20741.59
	Health damage costs		20741.59

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

MESSAGE

- Falta de conocimientos avanzados en el uso de la herramienta
 - El experto asignado proporcionó conocimientos avanzados, que son complementarios al curso inicial. Se sugiere organizar cursos avanzados en la implementación de la herramienta.
- Complicaciones con la configuración del comando “guardar” del programa
 - Se recomienda mejorar la funcionalidad del comando, ya que se requiere darle click varias veces y/o en ventanas distintas para asegurarse que las modificaciones a la base de datos han sido salvadas correctamente.

SIMPACTS

- Para efectos de comparación entre proyectos de Generación Térmica, se deben analizar indicadores que permitan analizar las relaciones entre tamaños de población, combustibles consumidos o los necesarios para poder comparar más claramente dos o varios proyectos.
- La herramienta SIMPACTS, permite de una forma simple y sencilla, realizar comparaciones de los posibles impactos ambientales que pudiesen darse producto del desarrollo de actividades de generación eléctrica (Termoeléctricas, Hidroeléctricas y hasta Plantas Nucleares), permitiendo tomar decisiones que a mediano y largo plazo para la utilización de tecnología amigable al ambiente.
- El país debe contar con base de datos más completa para poder llenar todos los campos que solicita el programa.
- Los valores asumidos por el SIMPACTS, deberían realizar una comparación previa en base a un valor estándar, para que éstos puedan ser comparados respecto al estudio que se vaya a desarrollar en cada país.
- Para proyectos de generación térmica, lo ideal es obtener mediciones reales, o bien factores de emisión propios del país para estimaciones de emisión de futuros proyectos. En caso de no tenerlas se puede apoyar en factores de emisión internacionales.
- Para efectos de comparación entre proyectos de generación térmica, se deben diseñar indicadores que permitan analizar las relaciones entre tamaños de población, combustibles consumidos o los necesarios para poder comparar más claramente dos o varios proyectos.

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/2/015 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	-
Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	-
Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	-
Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	€ 2,103.00
Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	-
TOTAL		€ 2,103.00



Proyecto Regional RLA/6/072 Apoyo a la creación de capacidad de los recursos humanos para un enfoque integral de la radioterapia (ARCAL CXXXVIII).

1.- Resumen Ejecutivo

El Instituto Oncológico Nacional (ION) en el año 2016 participó de cuatro (4) talleres regionales internacionales en República Dominicana, Chile, Colombia y Estados Unidos. De los cuales se presentaron temas de interés en la parte teórica de radioterapia al igual que nuevas técnicas prácticas para el mejoramiento de los procesos los cuales resultan en mejoras de la calidad del servicio de radioterapia a los pacientes.

Este proyecto regional uno de los cursos que generó grandes expectativas fue el curso regional de capacitación para la actualización de la braquiterapia de alta tasa, realizado en la Clínica Las Condes, en Santiago de Chile. Se realizó una actualización en braquiterapia de alta tasa de dosis con el fin de mejorar su conocimiento y la práctica asistencial en sus centros de procedencia. Con la intención de que estos conocimientos han sido puesto en práctica y los procedimientos de aseguramiento de la calidad y seguridad del paciente. Además la utilización del software SEVRRA desarrollado por el Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares con el objetivo de facilitar la evaluación del nivel de riesgo de los servicios de radioterapia y estandarizar las actividades regulatorias de evaluación de la seguridad radiológica de esta práctica médica en los países miembros del FORO y consecuentemente en la Región Iberoamericana, fomentando las buenas prácticas con información de riesgo y, finalmente, se realizó la descripción unificada de la práctica actual de la radioterapia utilizando técnicas de imágenes basadas en tomografía computarizada complementada con fusión de imágenes PET y resonancia magnética, el uso de aceleradores lineales de alta y baja energía de fotones y variadas energías de electrones, el uso de colimadores de multihojas, técnicas variadas de localización, inmovilización y modificación de los haces de radiación, técnicas de planificación computarizada 3D conformacional, técnicas introductorias de IMRT e IGRT con énfasis en las condiciones que un centro ha de cumplir previamente a la introducción de estas técnicas avanzadas y la cobertura de los procesos de control y garantía de calidad necesarios y de los riesgos potenciales y las técnicas de prevención que estas tecnologías avanzadas requieren.

2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

Los beneficios de estos cursos de entrenamiento regional brindan a los profesionales de la salud mayor reforzamiento en la práctica diaria lo cual se refleja en un servicio de mejor calidad para la población que atiende el ION en Panamá.

La aplicación de nuevas técnicas como la IMRT, IGRT Braquiterapia de Alta Tasa tomografía computarizada complementada con fusión de imágenes PET y resonancia magnética, el uso de aceleradores lineales de alta y baja energía de fotones y variadas energías de electrones, el uso de colimadores de multihojas, técnicas variadas de localización, inmovilización y modificación de los haces de radiación, que son aplicadas en la Radioterapia aumenta el campo para ser más efectivos en estos tratamientos y poder identificar los avances de las diferentes etapas en las patologías de los pacientes, optimizar los servicios en temas de radioterapia y seguridad de los usuarios de estos servicios.

3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- Descripción unificada de los detalles de la práctica moderna de la radioterapia 3D conformacional, de los requerimientos necesarios para la modernización en sus propios centros y del papel que cada uno de los miembros del equipo de radioterapia juega en la implementación de un programa de expansión y en la práctica diaria con estas técnicas.



- Conocimientos teóricos y prácticos acerca de la implementación de braquiterapia de alta tasa de dosis y de los procedimientos de aseguramiento de la calidad y seguridad del paciente.
- Evaluar si es posible la homologación de la herramienta informática SEVRRRA que se basa en el método de Matrices de Riesgo (Vol. 1 y Vol. 2), el que se sustenta en los resultados de los análisis de riesgo para instalaciones radiactivas con aceleradores lineales, teleterapia con Cobalto-60 y braquiterapia de alta o baja tasa de dosis. El beneficio de realizar este tipo de análisis prospectivo para la protección radiológica y la salud humana ha sido reconocido por organismos y asociaciones de carácter internacional, como la OPS y el OIEA, siendo previsible en el futuro su uso cada vez más extendido y generalizado en la práctica de la radioterapia.

VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/ 6072 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)	0.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0.00
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	6,000
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0.00
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	0.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	0.00
TOTAL		6,000



Proyecto Regional 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

Para el Instituto Oncológico Nacional (ION) la participación del proyecto regional es de gran importancia para optimizar los procesos administrativos necesarios para un mejor seguimiento en los tratamientos de pacientes.

El ION participó de seis cursos regionales de entrenamiento realizados en Costa Rica, México, El Salvador, Cuba, Chile y una reunión regional en Panamá. Al ser un proyecto regional que inició el año 2016 están iniciando las actividades con el objetivo de mejorar la cantidad y la calidad de los recursos humanos existentes para el uso de tecnología avanzada en el diagnóstico y tratamiento del cáncer en condiciones de buenas prácticas y con normas adecuadas de protección radiológica.

En cuanto a los cursos regionales se pueden destacar las nuevas técnicas para el uso de medicina de radiación, con especial énfasis en el cuidado de pacientes sometidos a tratamiento con radioterapia externa o isótopos radioactivos, proveer entrenamiento a médicos de radioterapia pediátrica conformada 3D, para que sean capaces de implementar esta técnica de una manera efectiva y segura en la práctica clínica infantil. Adicional a esto la reunión regional sobre la creación de equipos funcionales para clínica y hospitales públicos es algo totalmente integral para remplazar las comisión de tumores que han decantado en reuniones de estudios específicos de enfermedades de los pacientes tratados.

2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

Reforzar los conocimientos adquiridos en la profesión, ya que en ella nuestro centro de atención es el paciente. Nos enfocamos en su atención integral como un todo, donde no sólo se atiende al paciente en su necesidad física de tener salud sino que además se trata su mente, y espíritu. También se mejoraron los conocimientos y nuevas tendencias en el cuidado de enfermería en el paciente con Terapia de I-131; durante y después, y al darle de alta al paciente.

Se mejora el conocimiento de los médicos especialistas en medicina nuclear y médicos referentes en los aspectos metodológicos y aplicaciones clínicas incluyendo su uso apropiado en el diagnóstico, estado tumoral, seguimiento de la respuesta al tratamiento y planificación de la terapia metabólica y el uso apropiado de técnicas de imagen SPECT, SPECT/CT y terapias de radionúclidos.

3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- Obtener información de primera mano sobre dosimetría de campos pequeños en radioterapia. Beneficioso para los físicos médicos clínicos que trabajan en las modalidades de radioterapia utilizando pequeños estereotáctica corporal (SBRT), la radiocirugía estereotáctica (SRS) y la radioterapia de intensidad modulada (IMRT).
- Se mejorará la exactitud de la dosimetría de haces pequeños de fotones, a través de explicar las bases del nuevo código de práctica IAEA/AAPM de calibración de haces pequeños de fotones.
- Mejorar el conocimiento de los médicos especialistas en medicina nuclear pediátrica y médicos referentes en el aspecto metodológicos y aplicaciones clínicas incluyendo su uso apropiado en el diagnóstico, seguimiento, monitoreo de la respuesta al tratamiento y planificación de la terapia en pacientes pediátricos.



- Implementar unidades funcionales en el Hospital Oncológico (ION).

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)	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	0.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0.00
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	6,000
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0.00
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	800.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	0.00
TOTAL		6,800.00



Proyecto Regional RLA/5/068 "Aumento del Rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica" (ARCAL CL).

1.- Resumen Ejecutivo

A. Actividad 1

“AVANCES EN EL CULTIVO DE TOMATE (VARIEDAD T8)”

Objetivos:

- 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.
- Seleccionar posibles materiales mutantes con características asociadas con la tolerancia a estrés biótico y abiótico.

Material y Métodos:

El estudio se desarrolló en la Estación Experimental de El Ejido, corregimiento de El Ejido, provincia de Los Santos. Localizada entre los 7°54' de latitud Norte y 80°22' longitud Oeste, a unos 25 metros sobre el nivel del mar, entre los meses de marzo y junio.

El material genético que se utilizó fue la variedad IDIAP-T8, la cual se irradió con rayos gamma ^{60}Co en el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN) de Cuba. Las semillas fueron sometidas a tres dosis de irradiación 350, 450 y 550 Gy.

El ensayo para la M-0-1 se distribuyó en campo en un diseño Completamente al Azar contó de un área total de 4,590 m², en donde cada unidad experimental contaba de un área de 1,530 m², constituida por 17 hileras de 60 m de largo y separadas a 1.50 m entre ellas (Figura 1).



Figura 1. Vista general del ensayo

Se obtuvieron los registros de temperatura ambiental (T_a) °C (máxima, mínima, promedio. Estación Davis modelo 6163 en la Finca Experimental El Ejido. Se midieron variables bióticas como la población relativa de *Bemisia tabaci* (mosca blanca). Para determinar la población relativa, se realizaron conteos visuales del adulto del insecto mediante muestreos sistemáticos al azar, seleccionando 5 plantas en tres estaciones por tratamiento hasta 20-21 días después del trasplante (ddt). Desde los 20 hasta 65 días ddt, se cuentan los adultos de 5 plantas de tres estaciones por tratamiento así: una hoja superior, una hoja media y una hoja bajera de cada planta.



Para estimar la incidencia de la virosis, a los 8 ddt se seleccionó un área de 10 metros lineales en tres sitios por tratamiento demarcándolos con estacas. Cada 8 días se hicieron los conteos de la mortalidad de plantas para finalmente determinar el porcentaje de incidencia.

En la primera generación se realizó una cosecha masal tomando un fruto por planta seleccionada. Los parámetros de selección utilizados fueron plantas con elevado número de frutos, doble fructificación, forma del fruto y se determinó el contenido de sólidos solubles totales de los frutos (Brix) (Figura 2).



Figura 2. Selección de plantas y procesamiento de la semilla.

Resultados y Discusión

Es importante mencionar que el ensayo se estableció fuera de la época en que se recomienda la siembra de este cultivo. Esto expuso al cultivo a las altas temperaturas que se dan en los meses de marzo y abril, al igual que a la alta incidencia de *Bemisia tabaci*.

Tomando en consideración que el promedio óptimo de temperatura, para un buen desarrollo del cultivo de tomate en el trópico, está entre los 16 y 30 °C (Pérez, et al. 2006), cabe destacar que las temperaturas registradas por la estación meteorológica son superiores a las ideales en casi todo el ciclo del cultivo. Presentándose temperaturas extremas superiores a los 33 y 23 °C diurnas y nocturnas respectivamente en las distintas etapas fenológicas del cultivo (figura 4). Estas temperaturas extremas traen como consecuencia una disminución de la producción siendo la fase reproductiva la más afectada debido a que igual que en otros cultivos, en el tomate los órganos reproductivos son generalmente más sensibles al calor que los órganos vegetativos (Li, et al 2012). En los tres tratamientos se observó un bajo cuaje de frutos así como abortos florales fenómeno que podemos atribuir a la ocurrencia de las altas temperaturas (Figura 3).



Figura 3. Daño de las estructuras florales.

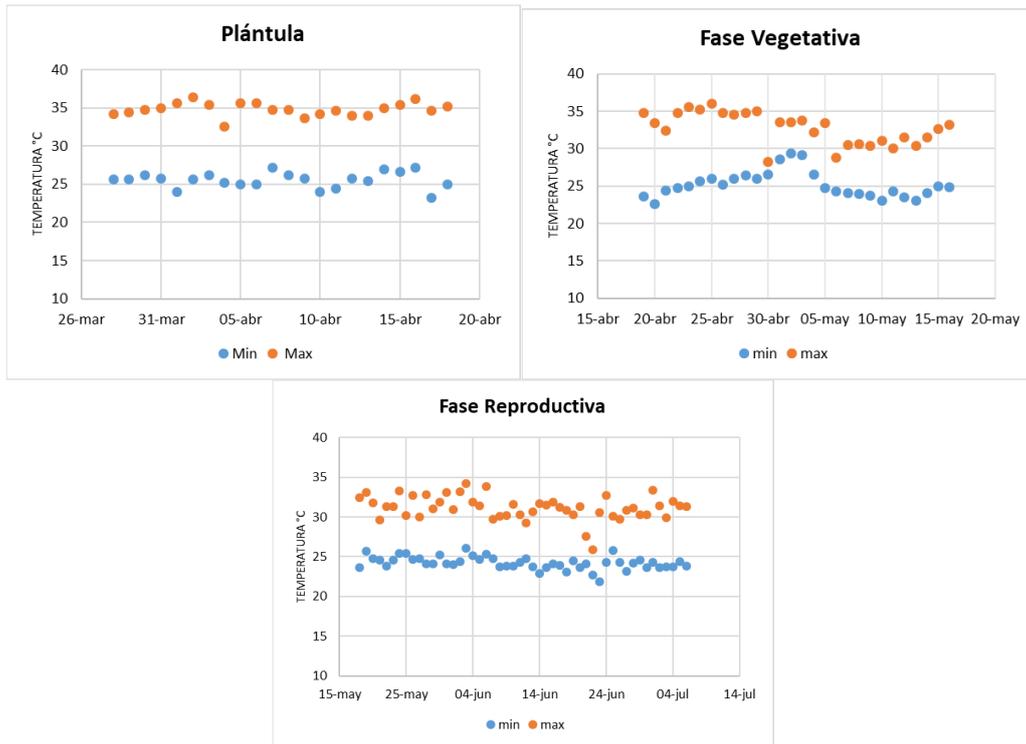


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

En cuanto a la incidencia de la virosis desde los 40 días después del trasplante se determinó la afectación al 100% de la parcela todas las plantas presentaban la sintomatología característica de enrollamiento y manchas amarillas en las hojas (Figura 5).



Figura 5. Parcela afectada por virosis.

Para el análisis de la variable de mosca blanca se utilizó un modelo mixto mediante el análisis de medidas repetidas. El análisis de varianza no muestra diferencias significativas entre los tres tratamientos estudiados (Cuadro 1).

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MOSCA BLANCA.

Fuente de Variación	Num DF	Den DF	Valor de F	Pr >F
Repeticiones	2	4	1.48	0.3296
Tratamientos	2	4	2.33	0.2137
Fecha	8	48	46.68	<.0001
Error	16	48	1.69	0.0826



Por último hay que mencionar que se seleccionaron 82 plantas de las cuales el 58% correspondían a la dosis intermedia, las cuales cumplían con los criterios de selección. A las mismas se les cosechó un fruto y se les extrajo la semilla (Cuadro 2).

CUADRO 2. NÚMERO DE PLANTAS SELECCIONADA POR TRATAMIENTO Y PROMEDIO DE BRUX

Dosis Gy	# de plantas seleccionadas	Brix Promedio
450	48	4.33
350	20	4.40
550	15	4.13

B. Actividad 2

“AVANCES EN EL CULTIVO DE ARROZ (Variedad IDIAP 38)”

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, procedente de la cruce CT 8008 (CT7347/IR21015-72-3-3-1), ciclo de Intermedio de 118-125 ddg, altura promedio de 110 cm, rendimiento promedios de 4,5 a 5,0 t.ha-1, buena calidad molinera y culinaria; y adaptada a diferentes tipos de suelo, con preferencia a sistemas de siembra bajo riego.

Localización:

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.

Épocas de siembra: Para facilitar el trabajo de selección para los factores bióticos y abióticos se decidió trasplantar en la época lluviosa meses de agosto y septiembre para seleccionar para tolerancia a factores bióticos (tolerancia a patógenos). Por otro lado, la selección para los factores abióticos (altas temperatura y alta intensidad lumínica) que ocasionan esterilidad en las panículas se trasplanta en la época seca cuando estos estrés abióticos son más adversos (enero-febrero).

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 de irradiación 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. Con registros de precipitación, temperaturas y humedad relativa en el sitio de la parcela (Cuadro 1.)

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 almacenadas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad para conservar su calidad fisiológica.



Cuadro 1. Registro de temperatura (min, max), humedad relativa (min, max) y precipitación acumulada, registrada en el periodo del crecimiento de las plantas. Agosto-Diciembre 2016.

Día	Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre					
	T mín (F)	T max (F)	Hr mín (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T mín (F)	T max (F)	Hr mín (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T mín (F)	T max (F)	Hr mín (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T mín (F)	T max (F)	Hr mín (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T mín (F)	T max (F)	Hr mín (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	
1	81.3	83.8		99.9	4	78	92.7	62.8	99.9	0					10	77.7	87.9	89.6	99.9	8	78.6	79	99.9	99.9	5	
2		97.5	58.2		10	84.5	89.7	83.5	99.9	0					14	77.8	97.5	56.5	99.9	0	78.4	83.9	78.6	99.9	0	
3	78.1	85.6	88.4	99.9	2					0	76.9	89.7	70.7	99.9	0					56					0	
4	80.1	92.8	69.3	99.9	0					0	76.7	89.4	66.2	99.9	0					8					0	
5	78.3	99.6	59.5	99.9	0	79.8	88.5	99.9	99.9	0	81.4			99.9	0				2	76.3	92	65.1	99.9	0		
6					0	84.2	88.4	76.2	99.9	0	78.5	81.9	97.4	99.9	2				0	74.3	82.3	98	99.9	13		
7					11	80.6	79.7	99.9	99.9	18	75.5	86.2	91.5	99.9	8	77.3	78	93.9	99.9	4	76.8	87.6	68.6	99.9	0	
8	80.7	85.8	99.9	99.9	3	76.7	95.8	57.5	99.9	0					0	77.9	90.8	53.5	99.9	0	77	93.1	62.2	99.9	0	
9	79.2	79	99.9	99.9	23	79.1	91.4	72.5	99.9	0					0	85.4	91.6	62.8	83.4	0					3	
10	76.6	81.4	99.9	99.9	5					0	78	83.7	89.2	9.9	6					0					0	
11	76.5	88.8	73.2	99.9	0					2	77.3	83.5	99.9	99.9	2	80.3	94.7	64.6	93.5	11					0	
12	78.1	101.9	50.3	99.9	0	78.7	77.2	99.9	99.9	6	76.6	76.2	99.9	99.9	42					42	77.2	83.8	86.9	99.9	0	
13					8	72	84.1	95.3	99.9	10	76.5	89.8	79.5	9.99	0					0	76.2	96.2	70.2	99.9	0	
14					0	78.4	90	63.6	99.9	12	77.3	108.6	46.5	99.9	0					0	80.4	88.7	80	99.9	0	
15	77.8	91.4	71.5	99.9	10	75.6	89.8	73	99.9	2					2	77.6	88.2	71.9	99.9	4	79.5	85.8	80.8	99.9	0	
16	78.9	92.7	65.6	99.9	0	77.4	88.5	77.3	99.9	0					44	78.2	84.7	88.5	99.9	15					0	
17	83.9	94.1	69.1	99.9	0					3	77.5	83.7	89.2	99.9	3	75.8	87.5	77.8	99.9	0					24	
18	87.8	99.9		0	0					5	80.5	101.3	47.6	99.9	8	75.6	89.9	65.5	99.9	0					0	
19	85.1	83.2	99.9	99.9	0	80.4	87.9	98.7	99.9	0	77.7	95.6	62.7	99.9	0					15	78.5	92.9	62.6	99.9	0	
20					0	83	93.6	63	99.9	0	79.7	96.4	74.4	99.9	0					2	79.6	94.3	61.1	94.2	0	
21					0	83.6	77.7	99.9	99.9	11	78.9	81.3	99.9	99.9	11	76	83.8	99.9	99.9	40	76.3	92.3	65.1	99.9	0	
22	80.7	85.3	99.9	99.9	15	75.3	94.1	60	99.9	0					12	74.3	82.2	86.6	99.9	4					0	
23	83.8	91.7	84.4	99.9	0	77	91.6	70.4	99.9	0					3	78.1	89.3	78.8	99.9	3	77.5	81.4	73.2	94.1	0	
24	81.7	85.5	94.4	99.9	0					0	78.6	94.5	55.3	99.9	0	76.1	88.7	76.1	99.9	0					0	
25	80.1	85.5	99.9	99.9	10					7	77.1	90.1	68.3	99.9	0	75.8	92.4	65.8	99.9	40					0	
26	75.1	84.5	99.9	99.9	0	76.7	78.2	99.9	99.9	40	75.2	77.2	99.9	99.9	32					6					40	
27					0	81	86.1	91	99.9	0	78.6	91.5	66.5	99.9	4					2	83.4	89.1	73.8	91.5	0	
28					0	76.9	77.9	87.4	99.9	0	75.6	96.4	54.7	99.9	11					22	79.7	92.9	72.3	98.4	0	
29	85.4	90.2	96.5	99.9	1	75.4	82.3	63.4	99.9	0					1	76	86.5	98	99.9	48	77.9				95.3	0
30	83.9	93	65.5	99.9	2	78.4	90.3	74.9	99.9	0					1	78.4	94	56.7	99.9	35	75.3	84.2	80.1	99.9	0	
31	82.9	93.8	64.4	99.9	0						76.7	89.4	74.7	99.9	8										0	

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 m2, 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 (testigo). Sin controles fitosanitarios. Con registro del precipitación, temperatura y humedad relativa a nivel de la parcela (Cuadro 2). 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 (testigo).

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, excerción 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 25 x 25 cm, en transplante manual bajo riesgo. Plantas en crecimiento después del transplante.



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

Cuadro 2. Registro de temperaturas (min.,max.), humedad relativa (min.,max.) y precipitación acumulada, registrada en el periodo del crecimiento de las plantas. Septiembre – Diciembre 2017.

Día	Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre					Enero					
	T min (F)	T max (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	T max (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	T max (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	T max (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	T max (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	
1					0																					
2					0	84	84	96.3	99.9	0	86.7	100.2	67	83.8	0	77.5					99.9					12
3					6	81	86	99.9	99.9	0					10											8
4	77.6	85	99.9	99.9	0	86.6	74.6	99.9	99.9	0					0	80.8	87.3	86.2	90.9	0						0
5	79.4	89.9	82.8	99.9	3	75.4	79.3	99.9	99.9	0					35	83.3	81.3	66.5	97.2	0						0
6	82.3	89.5	85.1	99.9	4	76.4	85	94.9	99.9	0					0	80	80.8	99.9	99.9	0						0
7	77.6	85.4	90.2	99.9	5					0	80.6	88.6	72.6	99.9	0	77.9	86.5	94.9	99.9	0						0
8	79.8	83.8	99.9	99.9	0					0	81.9	85.1	86	99.9	0					25						0
9					10	80	85.7	99.9	99.9	9	78.4	85.1	82.2	99.9	0					36						0
10					3	79	89.4	80.2	99.9	0					0					0						0
11	76.4	90.7	83	99.9	0					0					6	74.9			99.9	0						0
12	79	85.3	99.9	99.9	0	81.3	92.8	71.6	99.9	0					15	78.5	85.3	77.3	91.8	0						0
13	79	88.3	92.3	99.9	0	82.7	87	87.5	99.9	0	80.5	79.2	99.9	99.9	72	79.3	83.2	77.8	92.9	0						0
14	86.6	81.3	99.9	99.9	32					0	78.3	80.8	99.9	99.9	18	76.4	90.2	67.7	99.9	0						0
15	79.2	80.7	99.9	99.9	8					10	78.3	80.3	99.9	99.9	0					0						0
16					0	8.02	89.8	85.2	99.9	0	79.4	76.7	99.9	99.9	30					0						0
17					0	87.4	91	85.9	99.9	0	78.2	90.4	77.6	99.9	0					0						0
18	79.6	85.8	88.7	99.9	0	78.9	85.4	99.9	99.9	10					0	80.1	91.7	70.9	99.9	0						0
19	81	96.3	68.8	99.9	3	78.7	88.7	99.9	99.9	0					0	80	92.8	66.5	99.9	0						0
20	82.8	82.7	99.9	99.9	15	84.7	82.1	99.9	99.9	0	78.2	85.2	85.7	99.9	0	83.1	90.8	65.3	99.9	0						0
21	77.4	90.1	79.2	99.9	0					0	77.4	88.3	85	99.9	0					0						0
22	81.5	93.1	73.5	99.9	0					26	79.2	75.5	99.9	99.9	36	84.5	91.1	63.8	88	0						0
23					0	81.8	81.9	99.9	99.9	9	78.9	81.2	99.9	99.9	36					0						0
24					6	80.8	76.1	99.9	99.9	68	78.2	77.8	99.9	99.9	0					0						0
25	79.3	80.5	99.9	99.9	25	76.1	80.7	99.9	99.9	5					0					0						0
26	79.8	85.5	95.3	99.9	0	86.1	94.7	76.8	99.9	0					0	79.3	88.6	70.1	95.2	0						0
27	78.6	89.7	82.1	99.9	1	80	90	94.5	99.9	23	79.1	85.8	84.7	99.9	0	80.7	88.7	78.2	93.5	0						0
28	79.7	90.4	83.3	99.9	49					23	76.1	84.1	91	99.9	0	76.7	84.2	85.9	99.9	0						0
29	84.7	86.1	99.9	99.9	0					20	77.2	86.3	87.6	99.9	0	77.5				0						0
30					3	77.3	82	99.9	99.9	10	76.9	85.4	90		0					7						0
31					86	92.5	87.5	99.9	99.9	4					0					32						0



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 T-2 350 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 m² 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. Con registros de precipitación, temperaturas y humedad relativa en la parcela (Cuadro 3.)

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 almacenadas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad para conservar su calidad fisiológica.

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

Cuadro 3. Registro de temperatura (min, max), humedad relativa (min, max) y precipitación acumulada, registrada en el periodo del crecimiento de las plantas. Febrero-Junio 2017.

Dia	Febrero					Marzo					Abril					Mayo					Junio					
	T min (F)	Tmax (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	Tmax (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	Tmax (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	Tmax (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	T min (F)	Tmax (F)	Hr min (%)	HR max (%)	Prec. (mm)	
1	77.9	93.8	54.7	99.9	0	81.4	97.5	54.7	99.9	0					0						0	79.1	91.4	99.9	99.9	0
2	78	94	48.1	97.1	0	78.8	96.5	48.7	99.9	0					0	84.7	82	99.9	99.9	10	78.6	101.7	66.1	99.9	0	
3	76.2	90.1	53.5	99.9	0	77.6	91.7	57.3	99.9	0	82.4	100.5	53.3	99.9	0	86.1	83.9	99.9	99.9	75					5	
4					0					0	81.4	93.4	61.2	99.9	0	82.6	87.9	99.9	99.9	0					29	
5					0					1	82.2	96.7	63.9	99.9	0	84	83.2	99.9	99.9	0	79.7	82.7	99.9	99.9	32	
6	83.2	95.1	56.1	92.7	0	79.4	90.2	68.4	99.9	0	81.6	92.5	60.4	99.9	0					0	80	80.9	99.9	99.9	2	
7	79.2	90.3	58.5	99.9	0	78.8	97.6	49.9	99.9	0	81	74.5	49.7	99.9	0					10	80.2	77.3	99.9	99.9	2	
8	78.2	89.7	63.9	99.9	0	79.5	88.4	86.5	99.9	0					0	85.6	97.4	53.1	99.9	17	77	88.3	88.1	99.9	9	
9	78.6	94.7	50.8	99.9	0	88.7	101.6	52.6	99.9	0					0	84.4	80	99.9	99.9	2	77.7	88.5	94.4	99.9	7	
10	83.2	95.4	48.4	99.9	0	78.7	93.4	61.3	99.9	0	78.4	91.5	48.5	82.7	0	75.7	76	99.9	99.9	72					0	
11					0					0	77.2	92.6	43	99.9	0	76.8	84.4	99.9	99.9	44					0	
12					0					0	79.4	93.6	42.3	99.9	0	77.2	85.8	99.9	99.9	6	82.1	87.2	99.9	99.9	3	
13	81.2	86.6	69.2	85.9	0	79.3	97.6	50	99.9	0					0					4	80.2	88.1	99.9	99.9	0	
14	77.1	95	46.2	93.5	0	78.3	98.3	56.1	99.9	0					0					0	77.8	85.8	94.4	99.9	0	
15	76.6	96.4	42.9	99.9	0	77.9	96.4	45.1	99.9	0					0	88.5	95.5	58.2	99.9	2	77.4	100.3	61.2	99.9	0	
16	76.2	98	39.3	99.9	0	77.7	98.3	46.6	99.9	0					0	81.4	90.7	85.4	99.9	49	77.8	94.6	65.2	99.9	0	
17	76.9	96.1	36.4	94.2	0	78.3	92.5	56.1	99.9	0	81.8	85.5	72.9	99.9	0	79.2	91.2	99.9	99.9	0					0	
18					0					0	80.5	85.3	89.2	99.9	0	80.4	96.5	82.1	99.9	0					0	
19					0					0	79.4	82.2	99.2	99.9	10	81.1	90.7	83.5	99.9	3	84.9	83.3	99.9	99.9	3	
20	76	93.4	49	99.9	0	75.3	91.5	48.6	99.9	0	77.1	98.6	42.5	99.9	0					5	78.1	90.5	89.4	99.9	0	
21	74.6	96.3	45	99.9	0	77.5	95.1	47.3	99.9	0	79.5	90.6	71.1	99.9	0					2	78.9	87.7	85.7	99.9	2	
22	76.4	85.9	74.8	99.9	4	79	94.6	48.7	99.9	0					0	79.3	82.8	99.9	99.9	0	77.1	81	99.9	99.9	5	
23	74.2	100.1	37.4	99.9	0	80	94.5	53.9	99.9	0					0	77	81.5	99.9	99.9	49	77	88.4	91.3	99.9	1	
24	72.2	100	51.5	99.9	0	78.1	88.4	69.1	99.9	0	82.2	99.5	51.6	99.9	0	83	87.7	99.9	99.9	24					2	
25					0					0	79.7	76.5	58.6	99.9	0	80.3	81.5	99.9	99.9	29					0	
26	74.2	85.4	45		0					0	83.4	82.9	60.5	99.9	0	78.5	98.2	67.1	99.9	26	81.6	82.4	99.9	99.9	0	
27					0	78.2	98.7	41.9	99.9	0	81.3	90.9	66.8	99.9	3					0	77.9	103.3	48.8	99.9	0	
28	75.7	97.7	57.9	89.8	0	77.8	100.3	48.6	99.9	0	82.4	83.6	99.9	99.9	10					13	78.9	96.3	66.1	99.9	3	
29					0	78.4	99.4	51.4	99.9	0					38	86.1	80.5	99.9	93.6	0	81.5	90.6	68.1	99.9	0	
30						78.7	97.6	46.6	99.9	0					0	79.3	90.3	87.5	99.9	0	78	100	55.4	99.9	0	
31						80	99.3	39	99.9	0						79.3	94.1	69.9	99.9	3						

2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

El proyecto está en fase muy incipiente para valorar el impacto de sus actividades, no obstante, las expectativas para generar nuevos genotipos por esta metodología son altas debido a que la planificación



de las siembras en ambos cultivos ha logrado establecerse en épocas del año más apropiadas que ha permitido seleccionar bajo las condiciones estresantes.

3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Aún no se dispone de resultados concretos de las actividades, sin embargo, consideramos que la selección tanto en Tomate como en Arroz se ha realizado bajo las condiciones estresantes deseadas; ese factor es importante porque es un buen indicio de que estamos seleccionando genotipos que muestran un comportamiento superior ante los estreses bióticos y abióticos de interés.

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)	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	0.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0.00
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	a. 1,600.00 b. 470.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	3,500.00
TOTAL		10,570.00



Proyecto Regional RLA/5/070: Fortalecimiento de Sistemas de Vigilancia Contra Mosca de la Fruta y Medidas de Control Integrado a la TIE en Áreas Amplias, para la Protección y Expansión de la Producción Hortofrutícola.

1.- Resumen Ejecutivo

Como parte del Plan de Trabajo del Proyecto Regional RLA5070 para el 2017, tres (3) profesionales panameños vinculados al Programa Nacional Moscas de la Fruta (PNMF) de Panamá, participaron de igual número de talleres internacionales, organizados y ejecutados por el OIEA conjuntamente con los países anfitriones. A continuación el detalle:

- Reunión Regional sobre de Establecimiento y Armonización de Sistemas de Trampeo y Control de Calidad; del 27 al 31 de marzo de 2017 en Santiago de Chile. De esta actividad participó el Coordinador del Proyecto Regional en Panamá, al igual que los homólogos de los países que participan del proyecto en cuestión.
- Reunión Regional sobre Base de Datos y Sistemas de Información Geográfica (SIG) Aplicados a Programas de Control de Moscas de la Fruta; del 7 a 11 de agosto de 2017 en Belmopán, Belice. De esta reunión participó el responsable del sistema de base de Datos y SIG del PNMF-Panamá.
- Taller Regional de Armonización de los Métodos de Control de Moscas de la Fruta para el Establecimiento y Manejo de Áreas de Baja Prevalencia (ABP) y Áreas Libres (AL); del 16 al 20 de octubre de 2017, en ciudad de Guatemala, Guatemala. De éste taller participó el responsable de la campaña de control del PNMF-Panamá.

Las reuniones antes descritas tenían como objetivo armonizar procedimientos técnicos y metodológicos en tres componentes básicos para la operación de Programas de Mosca de la Fruta: Vigilancia Fitosanitaria, Métodos de Control, Base de Datos y Sistemas de Información Geográfica.

2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

Definitivamente que al tratarse de talleres de armonización a nivel regional, en el cual cada país participante expuso sus vivencias, logros y limitaciones sobre los temas abordados, tales talleres se convirtieron en el escenario perfecto para el intercambio de conocimientos y experiencias, que a la postre permitió la unificación de criterios técnicos y metodológicos para orientar y mejorar estos trabajos a lo interno de cada país participante; desde la perspectiva de lograr el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia fitosanitaria contra moscas de la fruta, con énfasis en especies No presentes de importancia cuarentenaria y mejorar la capacidad de respuesta ante la posible entrada de especies invasivas.

3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Definitivamente que al tratarse de talleres de armonización a nivel regional, en el cual cada país participante expuso sus vivencias, logros y limitaciones sobre los temas abordados, tales talleres se convirtieron en el escenario perfecto para el intercambio de conocimientos y experiencias, que a la postre permitió la unificación de criterios técnicos y metodológicos para orientar y mejorar estos trabajos a lo interno de cada país participante; desde la perspectiva de lograr el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia fitosanitaria contra moscas de la fruta, con énfasis en especies No presentes de importancia cuarentenaria y mejorar la capacidad de respuesta ante la posible entrada de especies invasivas.



4.- Dificultades y problemas presentados durante la marcha del Proyecto

En términos generales no se confrontaron limitaciones relevantes.

En el contexto de la organización e implementación de las actividades con el OIEA y las contrapartes nacionales, todo se desarrolló de manera normal y favorable. En el contexto institucional (MIDA), actualmente se organiza la incursión a los recintos aeroportuarios y portuarios; toda vez que por tratarse de sitios de alta seguridad, ha sido necesario realizar las consultas y coordinación respectiva con la Dirección Ejecutiva de Cuarentena Agropecuaria y próximamente se culminará el establecimiento de los sistemas de detección en los puertos y aeropuertos faltante.

VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/ 5070 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)	0.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	1,000.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0.00
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	1,000.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	10,800.00
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	7,500.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	10,000.00
TOTAL		30,300.00



Proyecto Regional RLA/7/019 Elaboración de indicadores para determinar los efectos de los pesticidas, metales pesados y contaminantes nuevos en ecosistemas acuáticos continentales (ARCAL CXXXIX).

1.- Resumen Ejecutivo

El proyecto RLA 7019, “*Desarrollo de indicadores para determinar el efecto de plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes en ecosistemas acuáticos importantes para la agricultura y agroindustria*”, se desarrolló en Panamá en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, con la participación del Ministerio de Desarrollo Agropecuario como contraparte, Ministerio de Ambiente, Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá y el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud.

La cuenca del río Chiriquí Viejo se ubica en el sector occidental de la provincia de Chiriquí, entre los distritos de Renacimiento, Alanje y Bugaba (ANAM, 2009). Es una de las cuencas más grande, con un área de drenaje total de 1,376 km² hasta su desembocadura (ETESA, 2008). La parte alta de la cuenca es una zona de gran importancia socioeconómica, debido a que sus características bio-geofísicas y meteorológicas la han convertido en una de las regiones agropecuarias más productivas del país (Vega, 2012). Esta condición ha favorecido la presión por la explotación de los recursos naturales, que sumado a la falta de gestión ambiental han generado el deterioro progresivo de la Cuenca, en particular el recurso hídrico (Vega, 2012).

La cuenca es impactada fuertemente por la actividad agrícola durante los 12 meses del año, siendo una zona de importancia en la agricultura panameña, se evaluaron en 14 puntos de monitoreo un total de 40 plaguicidas durante el año 2015, 65 plaguicidas para el 2016 y 2017 mediante dos técnicas analíticas, la cromatografía líquida y gas acoplada a espectrometría de masas LC-MSMS y GC-MSMS con un Límite de cuantificación de 0,10 µg/L y 0,11 µg/L respectivamente. En el 2015 la frecuencia del monitoreo fue trimestral y para el año 2016 y 2017 se incrementa mensualmente con el fin de generar suficientes datos para la calibración de un modelo de simulación. Los modelos de Simulación son un mecanismo para determinar el efecto de plaguicidas y contaminantes en ecosistemas agrícolas.

El Soil and Water Assessment Tool (**SWAT**) (Arnold et al, 1990), es un modelo de simulación, útil para ser aplicado en cuencas con escasa información y apoyar en iniciativas que busquen objetivos claros de manejo de la cuenca en beneficio de todos los actores de esta región. A través del SWAT obtenemos información de la cuenca sobre la cantidad y calidad de la escorrentía, se determina el nivel de contaminación de las aguas y producción de sedimentos producto de la aplicación excesiva de plaguicidas, nutrientes y el uso de malas prácticas agrícolas, para así elaborar un mapa de riesgo útil para la planificación técnica agrícola.

También hemos aplicado un modelo de simulación para los sistemas acuáticos (**AQUATOX**) (Park et al, 2010) que predice los efectos de diversos contaminantes, como los nutrientes y los productos químicos orgánicos, sobre el ecosistema, incluidos los peces, invertebrados y plantas acuáticas. Es otra herramienta valiosa para las evaluaciones de riesgo ecológico de los ecosistemas acuáticos agrícolas.

AQUATOX simula y predice no sólo el destino ambiental de los plaguicidas en los ecosistemas acuáticos, sino también sus efectos directos e indirectos sobre la macrofauna en estos sitios, considerando inclusive varios niveles tróficos como; algas planctónicas, vegetación acuática sumergida, invertebrados y peces. Se elaboró una base de datos representativa de la cuenca de estudio. Así mismo se analizó el estado de la situación ambiental de la cuenca y sus tributarios como posibles focos de contaminación, principalmente debido a las descargas efluentes cloacales sin tratar y, focos difusos que aportan contaminantes orgánicos principalmente plaguicidas utilizados en áreas agrícolas.



Se realizó biomonitorio colectando macroinvertebrados dulceacuícolas como indicadores de la calidad del agua en la cuenca río Chiriquí Viejo; en cada sitio se delimitó un transecto de aproximadamente 100 metros en los que se realizó la caracterización de hábitat. El método empleado para realizar la caracterización de las estaciones de muestreo, se basó en el Protocolo de Bioensayo Rápido (Barbour et al., 1999), de la Agencia de Medio Ambiente (Environment Agency 1999), que clasifica 10 parámetros en óptimo, sub-óptimo, marginal o pobre; en una escala numérica de 0 a 20 (máximo) para cada estación de muestreo. La recolecta de los macroinvertebrados se realizó empleando una red tipo D con base de 0.30 m y de ojo de malla de 500 micras. La red D se colocó en el fondo, contra corriente y se procedió con la remoción del sustrato con los pies, lo que permitió que los organismos quedaran atrapados. Se procuró pasar la red D en hábitats variados como sustrato duro en rápidos con acumulación de hojarasca y/o macrófitos y vegetación de orilla. Este procedimiento se realizó tres veces por estación en un recorrido de 2m, por lo que el esfuerzo de muestreo correspondió a 1.8 m² por estación de muestreo (3 arrastres* 2m * 0.30m). El material que quedó depositado en la red tipo D se colocó en un tamiz y luego en una bandeja blanca para su limpieza preliminar en campo. Posteriormente, el material se colocó en envases plásticos con alcohol al 96 %, con su respectiva etiqueta.

Con el fin de evaluar los niveles de contaminación por metales pesados en agua y sedimento del río Chiriquí Viejo se diseñó una red de monitoreo seleccionando 14 sitios de monitoreo que incluyen los brazos que conforman el río Chiriquí Viejo en su cuenca alta, así como los afluentes más importantes que atraviesan la zona agrícola de Cerro Punta, Chiriquí. Durante un periodo de 3 años se realizaron un total de 23 muestreos en los que se colectaron agua y sedimento. El sedimento fue secado en un horno de convección térmica con una temperatura controlada de 40°C hasta lograr estabilizar la humedad, luego de ser secado fue tamizado utilizando un tamiz de 63 µm y la fracción fina fue utilizada para determinar la concentración de Arsénico, Cadmio, Plomo y Mercurio. Las muestras de agua que se colectaron fueron acidificadas con 3 mL de ácido nítrico grado trazas al 50% para estabilizar los metales en suspensión en un pH<2.

Para la estimación gráfica de la concentración de metales en agua y sedimento se utilizaron las Tablas de Referencia de Detección Rápida (Screening Quick Reference Tables) de la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, para ayudar a Evaluar los riesgos potenciales de la contaminación orgánica e inorgánica en agua, suelo y sedimento. Los valores presentados en estas tablas se desarrollaron utilizando cálculos de la media aritmética, media geométrica, desviación geométrica y un histograma de frecuencias para un total de 1318 sitios a lo largo de los Estados Unidos.

Para diferenciar entre la influencia de la geología de la zona se estableció un punto control dentro de un área protegida con una mínima influencia antropogénica.

Para el presente estudio se han utilizado los siguientes valores guía para la evaluación de los sedimentos: Background: Se considera como la concentración media propia de la geología de la zona. Sin embargo, esta puede variar dependiendo de la configuración geológica propia de cada zona, por lo tanto, es importante tomar en consideración la composición de la zona en donde se desarrolla un estudio específico.

TEL: (Threshold Effect Level), representa la concentración por debajo de la cual es poco probable la observación de efectos adversos.

PEL: (Probable Effect Level), representa la concentración por encima de la cual es muy probable la aparición de efectos adversos.

Los valores del TEL y el PEL para agua dulce están basados en métricas de la comunidad bentónica y resultados de pruebas de toxicidad.



2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

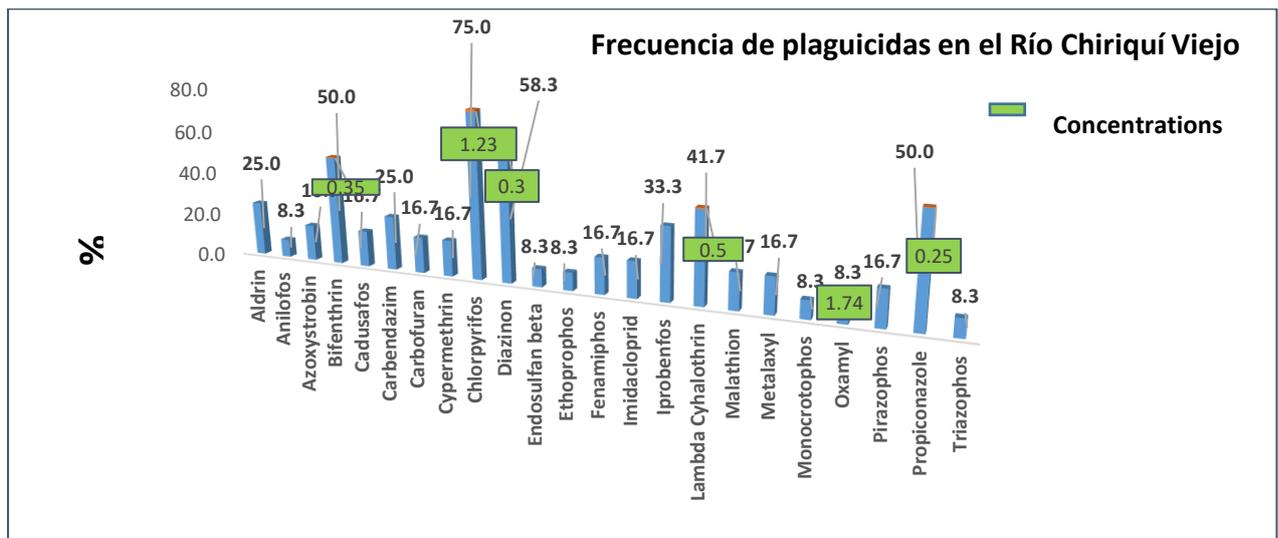
Los datos que se generan en este proyecto serán utilizados durante la implementación de aplicaciones Terrestres de Plaguicidas (RESUELTO N° DAL-042-ADM-2011 DE 14 DE SEPTIEMBRE DE 2011, el cual también es apoyado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente PNUMA para medir el impacto de la aplicabilidad de la reglamentación y para potenciar su implementación y medir el grado de cumplimiento de los diversos componentes impuestos en la nueva normativa dentro de nuestro país.

El proyecto contribuye al objetivo general de nuestra política ambiental de alguna manera a la actual y futuras generaciones la disponibilidad necesaria del recurso hídrico en cantidad y calidad adecuados para los respectivos usos, por medio de una gestión integrada y eficaz de los mismos, que permita la provisión de facilidades de agua potable y saneamiento a toda la población, preservación de los ecosistemas, la adopción de medidas para prevenir y enfrentar los desastres ambientales extremos y agua para actividades productivas de una manera económicamente viable, ambientalmente sostenible y socialmente equitativa.

3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

3.1 COMPONENTE DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN AGUA

Se pudo determinar la presencia de 29 plaguicidas representando diversos grupos de importancia toxicológica entre ellos los organoclorados, organofosforados, piretroides y carbamatos como el carbofuran que es de uso prohibido en el territorio nacional. Los dos plaguicidas de más frecuencia fueron el clorpirifos y el diazinon. El Oxamil fue el plaguicida con mayor concentración reportada de 1,74 µg/L puntualmente en una campaña coincidiendo con uno de los meses de mayor precipitación y de actividad agronómica como es la preparación de suelos. Las concentraciones medias anuales de los plaguicidas estudiados estuvieron por debajo del valor de referencia de 0,1 µg/L excepto para el caso de clorpirifos que su concentración media anual fue de 0,05 µg/L en el año 2016 y su valor de referencia es de 0,03 µg/L según el Real Decreto 2015/817.





3.2 RESULTADOS DE COMPONENTE DE MODELO DE SIMULACION

MODELO SWAT

Una vez captados todos los datos de entrada y salida para el modelo SWAT, se calibró el modelo con mediciones de caudales en la cuenca y de análisis de residuos de plaguicida en el laboratorio. El siguiente histograma se obtuvo de la comparación de caudales para un periodo de 10 años obtenidos de estaciones meteorológicas (ETESA 2004-2014).

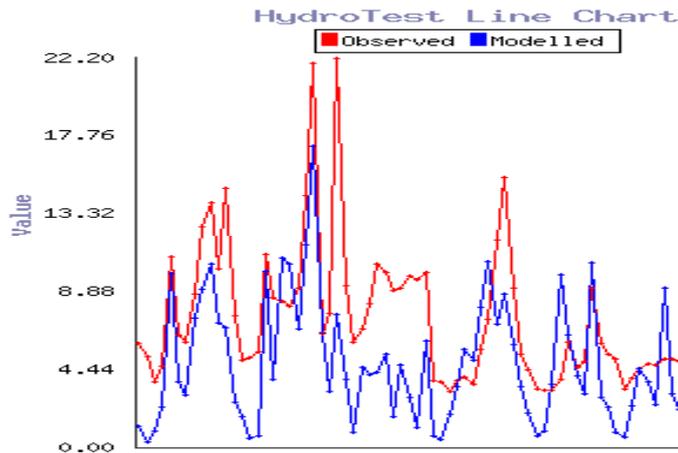


Figura 1. Comportamiento de caudales simulados y estadísticos hidrológicos de comparación

Es importante señalar de la figura 1, que el comportamiento en el tiempo es bastante similar cuando se comparan los valores de los caudales reales vs los caudales simulados. Presentando una correlación del 63%.

Con relación a el análisis de residuos de plaguicidas en la cuenca, se seleccionó para efectos de corrida del modelo el Clorpirifos y Diazinón por ser las moléculas que históricamente han marcado frecuentemente trazas en las diferentes subcuencas según los análisis de los laboratorios.

En la figura 1, tenemos el mapa de riesgo que indica que el color rojo en el cauce demuestra las mayores concentraciones del plaguicida en el agua, provenientes de las comunidades agrícolas ubicadas en la parte más alta de la cuenca con pendientes bien pronunciadas. Luego en naranja y amarillo otras salidas de subcuencas con presencia del plaguicida arriba de los límites permisibles, por tanto, áreas de mayor contaminación. Finalmente, el color verde en el cauce indicando que los valores de plaguicidas encontrados están por debajo del límite máximo de residuos, áreas con baja contaminación por plaguicidas.

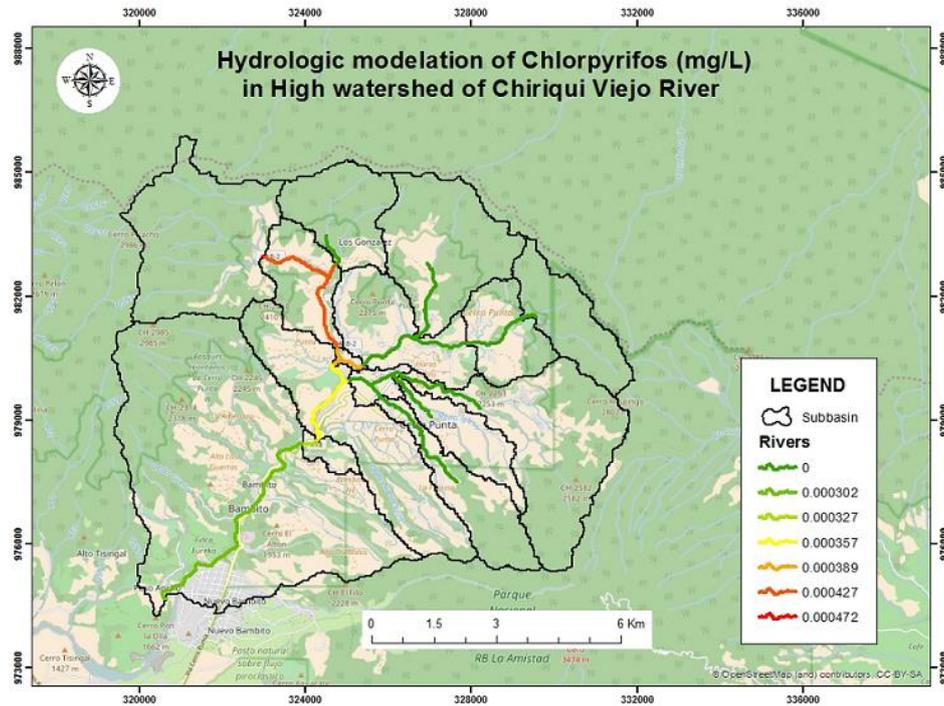
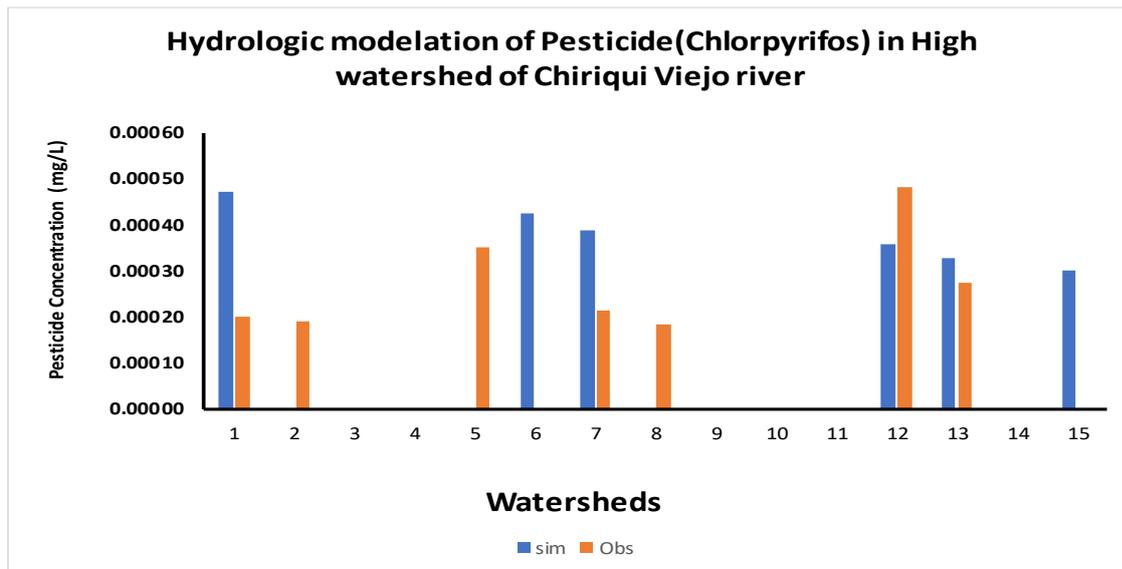


Figura 2. Concentraciones de Clorpirifos en afluentes en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo

También los resultados del modelo indican las concentraciones del plaguicida Clorpirifos que va de 3.0 a 4.7×10^{-4} mg/L. Estos resultados simulados cuando son comparados con los datos obtenidos en laboratorios que van de 2.0×10^{-4} a 4.8×10^{-4} mg/L, se puede observar una alta correlación indicativo de que el modelo ha sido bien calibrado y validado (ver gráfica 2). En ambos resultados los valores están por arriba de lo permisible para agua de consumo humano (EPA) en los flujos a la salida de las subcuencas 6, 7, 12 y 13 principalmente correspondientes a las comunidades de Entre Ríos, Las Nubes, Las Mirandas y Los Gonzales.



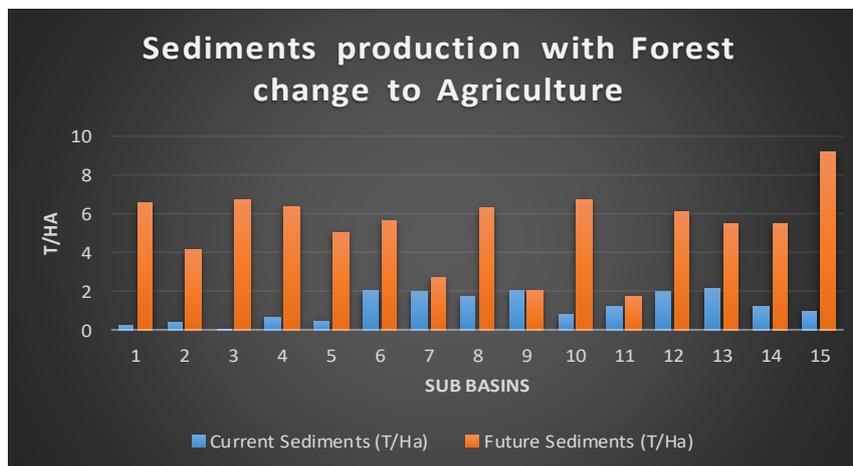
Con relación a la producción de sedimentos producto de la erosión en las áreas agrícolas de la cuenca, principalmente en el cultivo de la papa, el modelo destaca una producción promedio anual a la salida de la cuenca de 18.2 T/ha (ver cuadro 1).

**Cuadro 1.** Efecto del cambio de cobertura en la producción sedimentos

Sub-basin	Current	
	Sediments (T/Ha)	Future Sediments (T/Ha)
1	0.21346	6.58456
2	0.43588	4.16423
3	0.00654	6.75704
4	0.66979	6.39744
5	0.47582	5.08333
6	2.07185	5.63487
7	2.00412	2.71303
8	1.77838	6.35508
9	2.05718	2.03989
10	0.81682	6.74768
11	1.27473	1.71012
12	1.98222	6.11142
13	2.16447	5.47915
14	1.22018	5.45464
15	1.00572	9.20928
Total	18.17716	80.44176

Con los ajustes de calibración del modelo se pudo montar el escenario de que pasaría si toda el área boscosa que aún queda en la cuenca alta fuera desmatada para permitir el avance de la frontera agrícola. Como resultado obtuvimos que la tasa de erosión aumentaría a 80.4 T/ha promedio anual lo que estaría cuadruplicando la producción en una relación 4:1. Este escenario sería muy perjudicial para todos los usuarios de la cuenca del río Chiriquí Viejo, situación que no escapa de la realidad.

Actualmente se destacan las subcuencas agrícolas: 6,7, 9 y 13 como las mayores áreas con problemas de erosión con promedio anual de sedimentos en 2.1 T/ha (ver gráfica1).

**Gráfica 1.** Producción de sedimentos por cambio de cobertura vegetal

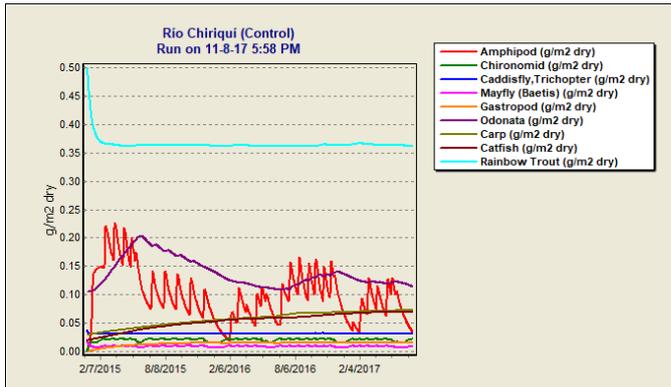
MODELO AQUATOX

En esta etapa se ingresaron los datos estandarizados fisicoquímicos y biológicos del monitoreo en un tramo de la Cuenca del Río Chiriquí, específicamente en la subcuenca de Los Quetzales y se procedió a la calibración del modelo. Una vez obtenida la calibración se procedió a modelar diferentes escenarios, identificando potenciales contaminantes de la cuenca:

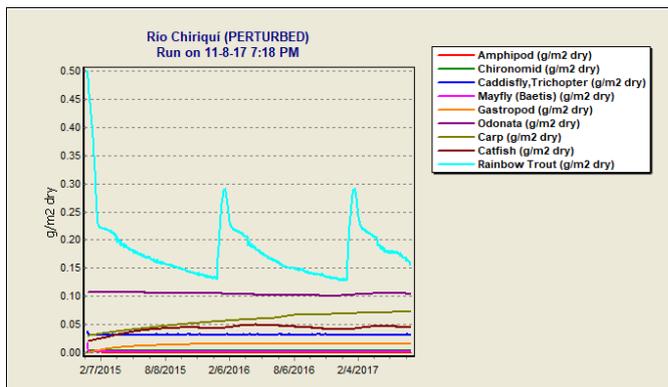


- Contaminación puntual por el aporte de nutrientes debido a la descarga de efluentes urbanos sin tratar a partir de fuentes puntuales.
- Contaminación difusa y puntual debida a la presencia de plaguicidas utilizados en la actividad agrícola de la cuenca.
- Calentamiento global, efecto del aumento de la temperatura del agua.

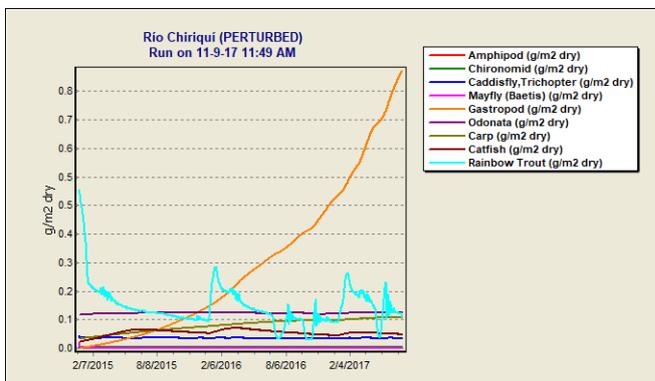
En cada uno de los escenarios planteados, se analizaron las respuestas de las comunidades de macroinvertebrados.



Calibración del modelo: Biomasa de macroinvertebrados y su variación en el tiempo simulado según el modelo AQUATOX.



Escenario de simulación B: Contaminación por plaguicidas (Clorpirifos y Diazinon) y sus efectos sobre la biomasa de macroinvertebrados y peces.



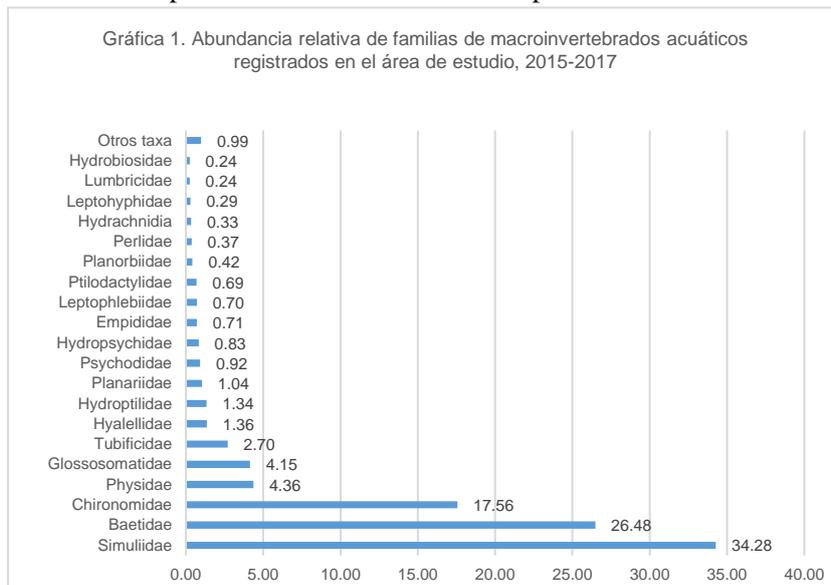
Escenario de simulación C: Contaminación mixta, enriquecimiento orgánico (aumento de DBO) y plaguicidas (Clorpirifos y Diazinon) y sus efectos sobre la biomasa de macroinvertebrados y peces



3.3 RESULTADO COMPONENTE DE MACROINVERTEBRADO

A lo largo del análisis de los escenarios se puede decir que el incremento de materia orgánica en el agua produce una proliferación de los microorganismos encargados de su descomposición, lo que genera entre otros efectos una reducción de la concentración de oxígeno disuelto en el agua y un aumento de la concentración de nutrientes inorgánicos, como el amonio y el fosfato.

Algunos de los macroinvertebrados incluidos en la presente modelación son sensibles a esta reducción de oxígeno disuelto de tal forma que reducen su abundancia, o incluso desaparecen (Ephemeroptera y Trichoptera). Por el contrario, otros grupos toleran bien las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, de tal manera que una elevada abundancia de estos grupos con respecto a las condiciones naturales o de referencia podría ser indicadora de este tipo de contaminación. Asimismo, son también sensibles al



aumento de la concentración de plaguicidas. Teniendo en cuenta el comportamiento prácticamente reiterado de los macroinvertebrados expresado en los distintos escenarios, se puede afirmar que los anfípodos resultan ser tolerantes a la contaminación trófica y los gasterópodos resistentes a la contaminación por plaguicidas, en cambio los Ephemeroptera y Trichoptera presentaron mayor sensibilidad a ambos tipos de contaminación y, los Chironomidae, resultaron ser particularmente sensibles a la

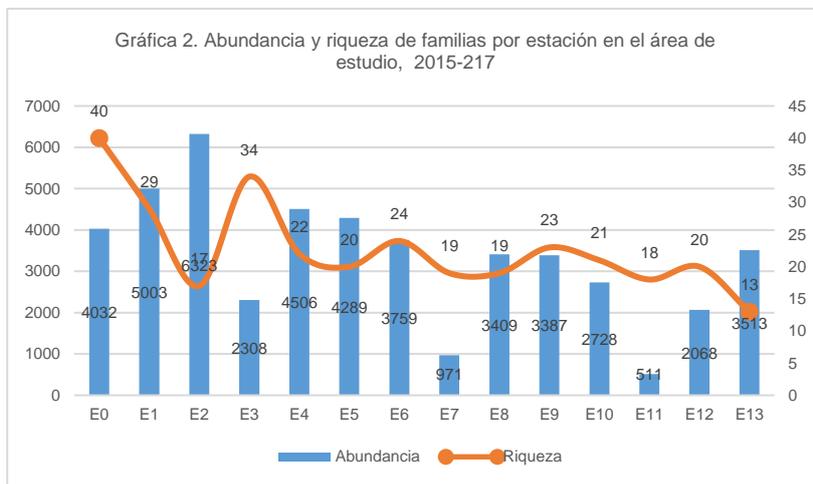
contaminación por plaguicidas.

Al aplicar el Protocolo de Bioensayo Rápido (Barbour et al., 1999) logramos caracterizar las estaciones de muestreo consiste en óptimo, sub-óptimo, marginal o pobre. La estación E0, ubicada en los Quetzales dentro del Parque Nacional Volcán Barú, fue la única estación que resultó en calidad de hábitat óptimo. Cinco estaciones de muestreo presentaron calidad de hábitats dentro de la categoría de subóptimo y es el caso de las estaciones E2, E3, E5, E8 y E13. En contraste las estaciones de muestreo ubicadas en el área de Cerro Punta presentaron las más bajas puntuaciones y fluctuaciones entre las categorías de marginal y pobre. Las estaciones de muestreo con calidad de hábitats marginal fueron E1, E4, E6, E9 y E12 y las estaciones con calidad de hábitats pobre fueron E7, E10 y E11. Durante el estudio se logró recolectar un total de 46 807 especímenes de macroinvertebrados acuáticos, distribuidos en ocho clases, siendo la clase Insecta la más abundante (41 847 individuos), seguida de Gasteropoda (2263 individuos). Se registraron 57 familias distribuidas en 20 órdenes, siendo los de mayor abundancia: Diptera (25 153 individuos), Ephemeroptera (12 866 individuos), Trichoptera (3220) Basommatophora (2243 individuos) y Haplotaxida (1377 individuos). Las familias de macroinvertebrados dulceacuícolas más abundantes encontradas en el área de estudio fueron: Simuliidae (Diptera) con 16 044 individuos, Baetidae (Ephemeroptera) con 12 395 individuos, Chironomidae (Diptera) con 8220 individuos, Physidae (Basommatophora) con 2042 individuos, Glossosomatidae (Trichoptera) con 1941 individuos y Tubificidae (Haplotaxida) con 1263 individuos (Gráfica 1). Estas familias representaron el 89.53 % del total recolectado.

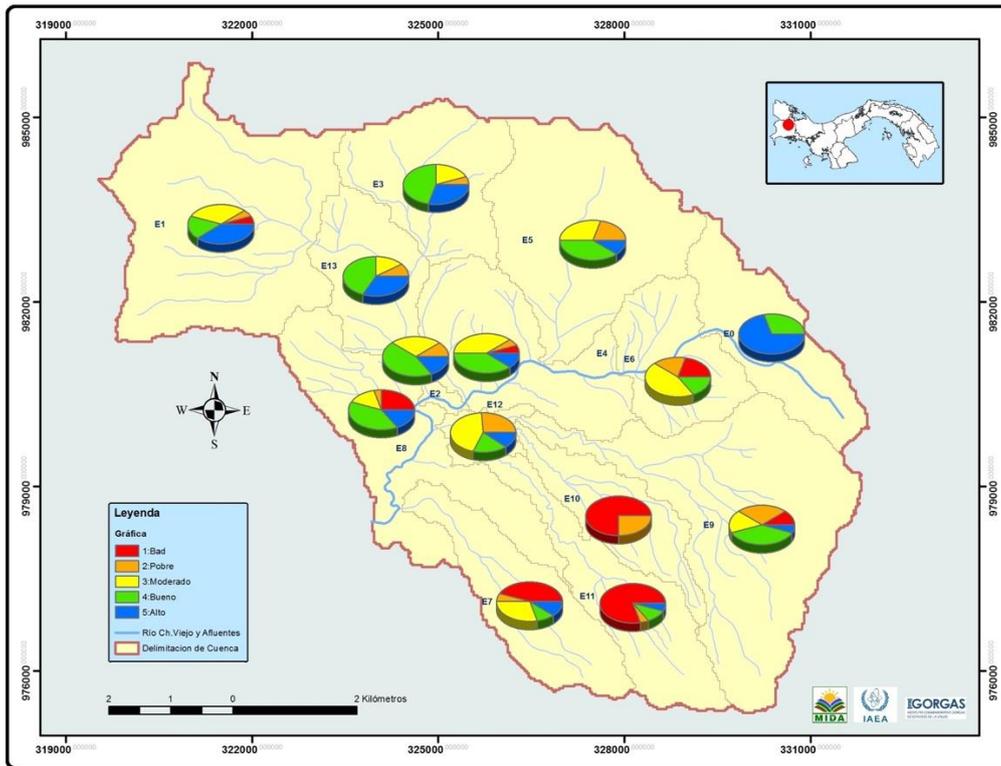


Las estaciones con la mayor riqueza de familias fueron en primer lugar la estación E0 ubicada en el PNVB con un total de 40 familias, seguida de la estación E3 ubicada en Los González en el area de amortiguamiento del PNVB con 34 familias y la estación E1 ubicada en Las Nubes en la zona de amortiguamiento del PILA. En contraste, las estaciones que presentaron la menor riqueza de familias fueron E13 ubicada en La Garita Arriba con 13 familias, E2 ubicada en La Garita Final con 17 familias, E11 ubicada en Cerro Punta ANEF con 18 familias y las estaciones E7 y E8 ambas ubicadas en Nueva Zueza con 18 familias (Gráfica 2).

Con respecto a la abundancia la estación E2 en La Garita Final fue la que registro mayor número de individuos con 6323, mientras que la estación E11 ubicada en Cerro Punta ANEF presentó a penas un total de 511 individuos. De las 20 campañas de recolectas realizadas desde el 2015 al 2017, fue el mes de mayo de 2016 el que mostró mayor abundancia de macroinvertebrados dulceacuícolas con un total de 4868 individuos. Por el contrario el mes de enero de 2017 fue el que presentó la menor abundancia con un total de 286 individuos.



Los resultados de calidad de las aguas, al aplicar el $SPEAR_{index}$ a cada uno de los puntos de muestreo, mostraron que la estación E0 obtuvo una calidad del agua buena durante el estudio. Esta poca alteración de las aguas en este punto indican que por ser un sitio ubicado dentro de los límites del PNVB reciben bajas perturbaciones de origen antropogénicas. Las estaciones E7, E11 y E12 fueron las que presentaron los valores más bajos del índice aplicado en la mayoría de los meses muestreados. En el resto de las estaciones la calidad del agua mostró grandes variaciones entre los meses de muestreo (Mapa 1).



3.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES PESADOS

Valores medios de metales en sedimento de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.
 Periodo 2014-2017

Punto de muestreo	Pb(mg/kg)	As(mg/kg)	Cd(mg/kg)	Hg(mg/kg)
LQ	4,0	21,3	0,20	0,060
BG	7,5	8,7	0,17	0,086
ER	5,9	9,4	0,23	0,067
CS	4,8	9,0	0,05	0,025
LN	6,8	12,0	0,09	0,059
LG	5,5	17,1	0,11	0,075
GA	7,1	8,3	0,15	0,066
GF	6,4	9,4	0,15	0,054
GAR	7,4	17,8	0,40	0,073
IS	4,0	6,9	0,10	0,018
AN	4,0	7,3	0,10	0,016



ECP	2,7	9,1	0,07	0,030
NSP	3,0	6,3	0,08	0,010
NSC	3,5	7,5	0,11	0,026
Promedio	5,2	10,7	0,144	0,048
Desv	1,7	4,6	0,089	0,026
Límite de Cuantificación	0,012	0,6	2,5	0,008

En el caso de los metales disueltos en agua dado que poseen baja solubilidad los valores que estén por debajo del límite de cuantificación se tabularán de la siguiente forma para efectos estadísticos:

**Valores medios de metales disueltos en agua de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.
periodo 2014-2017**

SITIO	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)
LQ	<LC	2,2	<LC	<LC
BG	<LC	3,7	<LC	<LC
ER	<LC	2,6	<LC	<LC
CS	<LC	3,1	<LC	<LC
ECP	<LC	3,3	<LC	<LC
LN	<LC	2,0	<LC	<LC
LG	<LC	2,2	<LC	<LC
GA	<LC	2,3	<LC	<LC
GF	<LC	2,3	<LC	<LC
GAR	<LC	3,3	<LC	<LC
IS	<LC	3,0	<LC	<LC
AN	<LC	2,8	1,3	<LC
NSP	<LC	2,3	<LC	<LC
NSC	<LC	2,0	<LC	<LC
PROMEDIO	<LC	2,6	<LC	<LC
DESV	-	0,6	-	-
LC	0,125	1,0	2,5	0,5



Arsénico



Background: 1.1 mg/kg **TEL: 5.9 mg/kg** **PEL: 17.0 mg/kg**
Media: 10.7±4.6 mg/kg

La concentración media de arsénico en sedimento fue 10.7 ± 4.6 mg/kg. Este valor se encuentra por encima del límite de no efecto (TEL) pero por debajo del límite de riesgo observable (PEL) propuestos por las guías de referencia.

Es importante destacar que de las muestras colectadas las que presentaron los valores de arsénico más elevado fueron aquellas que estaban en los puntos anteriores o próximos a la zona agrícola incluido el punto de control cuyo valor fue el más alto de todos los sitios. Esto permite inferir la posibilidad de que el arsénico presente en el sedimento sea aportado por la geología de la zona, sin embargo, no se dispone de estudios de caracterización geoquímica de los suelos del área de Cerro Punta que permitan comparar los valores obtenidos con los valores naturales de este elemento en suelo.

Cadmio

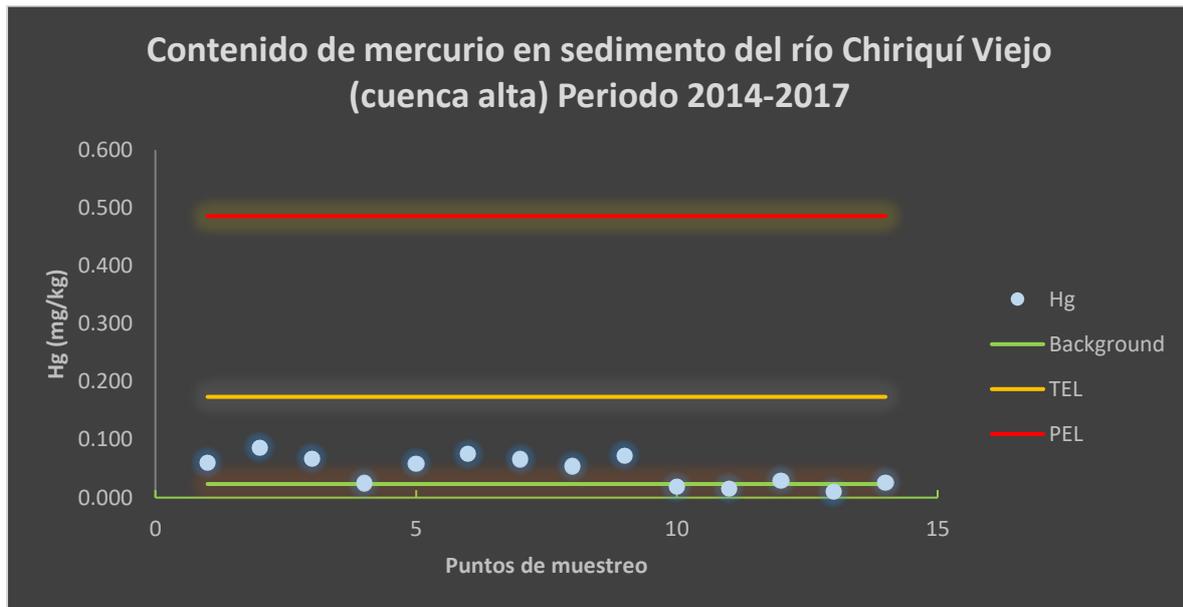




Background: 0.3 mg/kg TEL: 0.596 mg/kg PEL: 5.53 mg/kg Media: 0.14±0.089 mg/kg

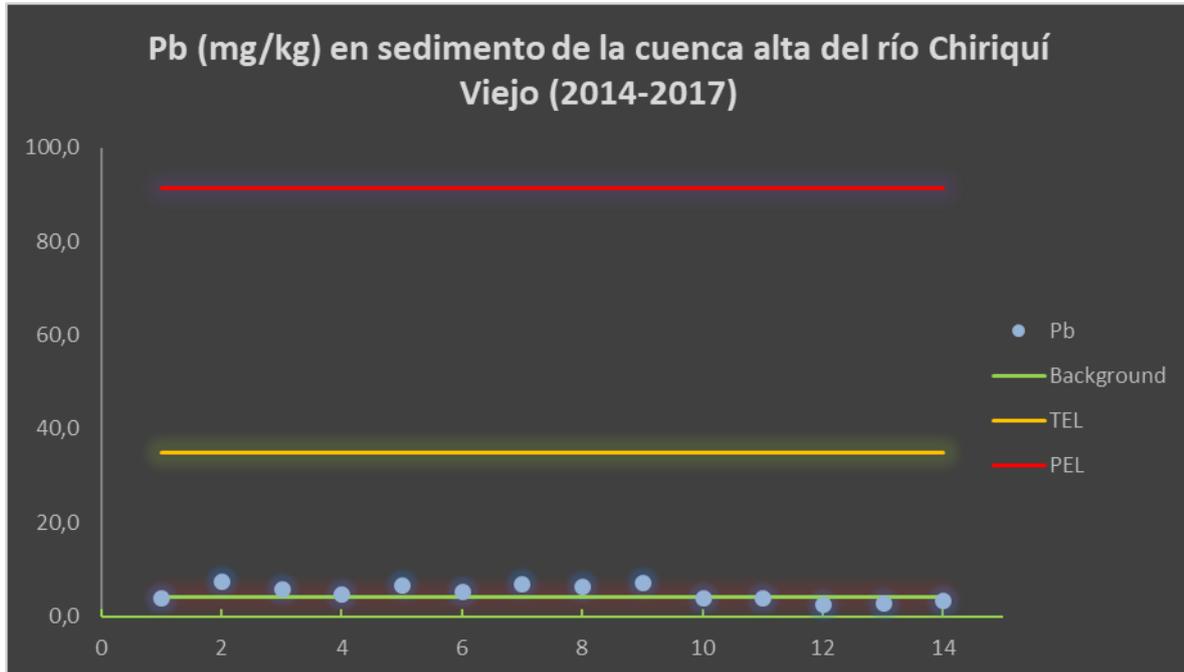
El Cadmio presentó un comportamiento normal en todos los sitios muestreados. La media obtenida (0.14 ± 0.089 mg/kg) es un valor que se puede comparar con el nivel de fondo (Background) establecido por los valores de referencia³ y no se aprecia ningún aumento a medida que atraviesa el área agrícola por lo tanto no se observa aportes antropogénicos de este metal en la zona de estudio. Se puede inferir que el cadmio presente en el sedimento es de origen natural.

Mercurio



Background: 0.051 mg/kg TEL: 0.174 mg/kg PEL: 0.486 mg/kg Media: 0.048±0.026 mg/kg

El análisis de mercurio total muestra un comportamiento normal en todos los sitios muestreados con una media de 0.048 ± 0.026 mg/kg que se encuentra en el nivel de fondo (Background) de las guías de referencia³. Dado que no se observa un incremento significativo en la concentración de mercurio en ningún punto de monitoreo se puede considerar los valores obtenidos como valores propios de la geología de la zona de estudio.

**Plomo**

Background: 17.0 mg/kg TEL: 35.0 mg/kg PEL: 91.3 mg/kg Media: 5.2±1.7 mg/kg

En el caso del plomo la media obtenida (5.2 ± 1.7 mg/kg) también se encuentra próxima al valor natural sugerido por las guías de referencia³. Tampoco se observan variaciones en la concentración de plomo a medida que se atraviesa el área agrícola estudiada por tanto se consideran los valores obtenidos como valores naturales propios de la geología del área.

3.5 COMPONENTE DE ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN:

Fue realizado un video de las actividades del proyecto en campo y laboratorio.

<https://wetransfer.com/downloads/2049d69f1cc6c6022b489b1dc4c9253b20180222190224/575008b3b6be1635a14491a8342e180a20180222190229/9fb59e> (Aun en edición)

Fue presentado un poster titulado pesticides Monitoring in Chiriquí Viejo in the Republic of Panamá en el Congreso Latinoamericano de Residuos de Plaguicidas en San Jose Costa Rica, Mayo 2017.



Pesticides Monitoring in Chiriqui Viejo River in the Republic of Panama



Brenda Itzel Checa¹; Hendrick Fuentes¹; Stéfani González¹; Emmeris Quintero¹; Gabriel Hernández¹

Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA).
Email: bcheca@mida.gob.pa

INTRODUCTION

The Chiriqui Viejo River runs along the border of Panama and Costa Rica; it has a length of 161 km and a basin of 1376 km². The river originates from Cerro Punta; an intensive agricultural area heavily cultivated throughout the year. Basin models simulate the natural processes of water flow, sediments, chemicals, nutrients and microbiological organisms within the basins and quantify the human impact on these processes. The Soil and Water assessment tool (SWAT) was used to estimate the water balance, the pollutant loads and the likely contribution of climate change on water and sediment transport in the upper basin of the Chiriqui Viejo River. The model was used to simulate different climatic scenarios, for example with reductions of annual average rainfalls of 5.38 mm and temperature increases of 0.80 °C.

METHODOLOGY

The SWAT model was calibrated using the 2015 and 2016 pesticide residue data as determined in water samples from the upper basin of the Chiriqui Viejo River. A total of 40 pesticides during the year 2015 and 65 pesticides for the year 2016 were evaluated at 14 monitoring sites (see figure 1), using two analytical techniques, liquid and gas chromatography coupled to triple quadrupole mass spectrometry LC-MSMS and GC-MSMS with a limit of quantification of 0.10 µg/L and 0.11 µg/L, respectively. The chlorpyrifos was selected for the purposes of running the model being that historically has been detected frequently in the different sub-basins according to the data analysis.

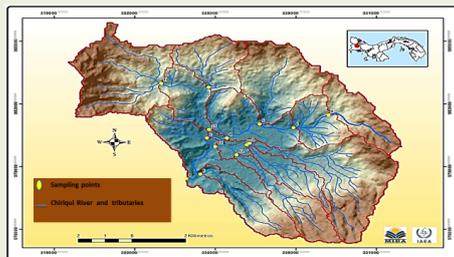


Figure 1.

The figure 2 shows a risk map indicating highest concentrations of chlorpyrifos in water (red channel), coming from agricultural communities located in the highest part of the basin with steep slopes. The orange and yellow channel shows other exits of sub-basins with presence of pesticides above the permissible limits, therefore, areas of greater contamination. Finally, the green channel indicate values of pesticides founded below the maximum residue (low contamination limit areas).

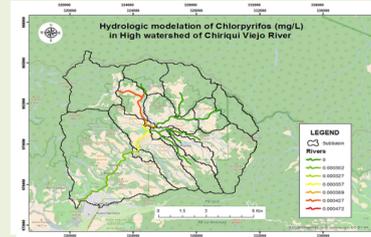
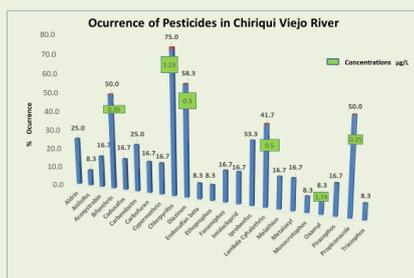


Figure 2.

The model results indicate concentrations of the pesticide chlorpyrifos ranging from 3.0×10^{-4} to 4.7×10^{-4} mg/L. These simulated results when are compared with laboratory data analysis ranging from 2.0×10^{-4} to 4.8×10^{-4} mg/L, a high correlation can be observed indicating that the model has been well calibrated and validated.

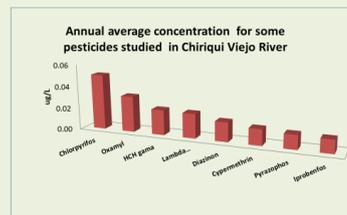
RESULTS and DISCUSSION

A total of 29 pesticides were detected representing several groups of toxicological importance including organochlorines, organophosphates, pyrethroids and carbamates. The most frequently detected pesticide in surface water samples were chlorpyrifos with 75%, followed by diazinon with 58%, bifenthrin and propiconazole with 50%. As showed in the graphic 1.



Graphic 1.

The highest concentration reported was for oxamyl with a value of 1.74 µg/L such as showed in the graphic 1. The sample was collected in a season coinciding with the most intense agronomic activities such as soil preparation. The second highest concentration was detected for chlorpyrifos with a value of 1.23 µg/L, which exceeds the maximum permissible concentration value of 0.1 µg/L in water.



Graphic 2.

The annual average concentration of the pesticides studied was below the reference value of 0.1 µg/L as showed in the graphic 2.

CONCLUSION

The most frequently detected pesticide in surface water samples was chlorpyrifos, exceeds the maximum permissible concentration value of 0.1 µg/L in water. The model results are correlational with the laboratory data analysis. The annual average concentration of all the pesticides studied was below the reference value of 0.1 µg/L.

REFERENCES

Real Decreto 817/2015, Documento BOE-A-2015-9806.
Arnold, J. G., D. N. Moriasi, P. W. Gassman, K. C. Abbaspour, J. J. White, R. Srinivasan, C. Santhi, R. D. Harmel, A. van Griensven, M. W. Van Liew, N. Kannan, and M. J. Jha. 2012. SWAT: Model use, calibration and validation. Trans. ASABE. 55: 1491-1508

ACKNOWLEDGEMENTS

International Atomic Energy Agency





No hubo mayores dificultades, la colaboración entre Instituciones fue muy buena, así como la consecución de los recursos por parte del estado panameño, la coordinación ARCAL en Panamá, y el apoyo financiero y logístico del OIEA, excelente.

BIBLIOGRAFIA

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2009., Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá, Compendio de Resultados, Años 2006 – 2007. p.348.

Coscarón-Arías, C. 2009. Simuliidae. Capítulo 13, pp. 383-409, In: Domínguez, E. & Fernández, H (editores), Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistema y Biología, Tucumán: Fund. Miguel Lillo. 653p.

ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.). 2008. Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, Periodo 1971-2006. p. 108.

Flowers, R. W. & De La Rosa, C. 2010. Ephemeroptera. Capítulo 4, pp. 63-93, In: Hanson, P.; Springer, M.; & Ramirez, A. 2010. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Rev. biol. trop 58: 1-37.

Rosenberg, D. M. & V. H. Resh. 1996. Use of insects in biomonitoring. Pages 87-97 in: R.W. Merritt and K.W. Cummins, eds. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd ed. Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa.

Vega M. J. 2012. Transformaciones y conflictos ambientales relacionados al uso del recurso hídrico en la Cuenca Hidrográfica del Río Chiriquí Viejo, Provincia de Chiriquí. HUMANITATES. (1):

Park R.A., Clough J.S., 2014. Users Manual Modeling Environmental Fate and Ecological Effects in Aquatic Ecosystems (AQUATOX)., Missouri, USA.

Real Decreto 817/2015, Documento BOE-A-2015-9806.

Arnold, J. G., D. N. Moriasi, P. W. Gassman, K. C. Abbaspour, J. J. White, R. Srinivasan, C. Santhi, R. D. Harmel, A. van Griensven, M. W. Van Liew, N. Kannan, and M. J. Jha. 2012. SWAT: Model use, calibration and validation. Trans. ASABE. 55: 1491-1508

Squirt Cards. 2018. Sitio web: <https://response.restoration.noaa.gov/environmental-restoration/environmental-assessment-tools/squirt-cards.html>

HANSFORD T. SHACKLETTE and JOSEPHINE G. BOERNGEN. (1984). Element Concentrations in Soils and Other Surficial Materials of the Conterminous United States. 2018. United States government printing office, Washington. Sitio web: https://pubs.usgs.gov/pp/1270/pdf/PP1270_508.pdf

Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 2018. Sitio web: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/9327>

Secretaría de Estado y Medio Ambiente, Gobierno de España. (2015). Proyecto de Real Decreto sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. 2018. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Sitio web: http://www.mapama.gob.es/es/agua/participacion-publica/2014_12_22_RD_SEGUIMIENTO_Y_ESTADO_tcm7-358318.pdf



JOCHEN BUNDSCHUH, ALEJO PÉREZ CARRERA YMARTA LITTER. (2008). Distribución del arsénico en las regiones ibérica e iberoamericana. 2018, de CYTED Sitio web: https://www.researchgate.net/profile/Marta_Litter/publication/258702251_Distribucion_del_arsenico_en_las_regiones_Iberica_e_Iberoamericana/links/00b4952b1fbb7dc223000000.pdf

Scott Palumbo, Mark Golitko, Sarah Christensen, GlenneTietzer. (2015). Basalt source characterization in the highlands of western panama using portable X-ray fluorescence (pXRF) analysis. 2018. Journal of Archaeological Science: Reports Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/273283163_Basalt_source_characterization_in_the_highlands_of_western_panama_using_portable_X-ray_fluorescence_pXRF_analysis

VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/ 7019 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)	10,000.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	5,000.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	3,000.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0.00
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	6,000.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0.00
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	20,000.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	10,000.00
TOTAL		54,000.00



Proyecto Regional RLA RLA/7/021 Utilización de isótopos ambientales e instrumentos hidrogeoquímicos convencionales para evaluar los efectos de la contaminación causada por las actividades agrícolas y domésticas en la calidad de las aguas subterráneas (ARCAL CXLIX).

1.- Resumen Ejecutivo

Panamá es parte del proyecto RLA7021 “Using Environmental Isotopes and Hydrogeochemical Conventional Tools to Evaluate the Impact of Contamination from Agricultural and Domestic Activities on Groundwater Quality”. Por Panamá, participó el Dr. José Fábrega del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) como coordinador del Proyecto. El Dr. Fábrega participó en la reunión final conjuntamente con el Ing. David Vega y el Lic. Kleveer Espino (ambos del CIHH). (Ver figura 1)

Además de Panamá, participan: Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, República Dominicana, México y Venezuela. El proyecto inicia en Enero de 2016, y finaliza en Diciembre de 2017 en la reunión final llevada a cabo del 4 al 8 de Diciembre de 2017 en la Ciudad de Panamá.. (Ver Figura I) En esta reunión se preparó el informe final del proyecto. En el 2017, Panamá recibió la visita de la Dra. Monica Blarasin de Argentina. (Anexo I). Adicionalmente, se realizaron giras de campo y se tomaron muestras, las cuales fueron analizadas tanto en Panamá como en el extranjero. En esta visita se hicieron actividades de difusión (Foro) tanto en el área de Penonomé y en la capital.



Figura 1. Foto de grupo de los participantes de los estados miembros colaboradores del proyecto, durante la reunión final de coordinación llevada a cabo en Panamá del 4 al 8 de diciembre de 2017.

2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

Los principales beneficios obtenidos como resultado de la ejecución del proyecto fueron:

- El Proyecto ARCAL 7021 permitió conocer la situación de la contaminación de acuíferos estudiados en la sub cuenca del río Zaratí; logramos adquirir y homologar una metodología de trabajo con las variables que influyen en los procesos de contaminación de aguas. Esta metodología nos permitió conocer la importancia de la geología de base, la dinámica y química



general del agua, del uso del territorio y luego de los procesos específicos de contaminación usando indicadores químicos e isotópicos. El CIHH obtuvo un nuevo aprendizaje en cuanto a técnicas de muestreo de agua, la importancia del filtrado en campo, preservación y envío de las mismas a los laboratorios en condiciones adecuadas al tipo de análisis requerido. Otro beneficio es el intercambio de experiencias con los países de la región en materia de aguas subterráneas y su estudio isotópico.

- El grupo se benefició al haber recibido equipo adecuado para el estudio lo que le permitió aumentar las capacidades o habilidades de manejo de instrumental durante los estudios, además la vista del experto motivo a desarrollar las tareas propuestas.
- Las capacitaciones recibidas fue un aporte significativo ya que los talleres de capacitación y visitas de expertos en el marco del ARCAL 7021 en Panamá brindaron un reforzamiento técnico al Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH). Se destaca además el beneficio que significó la visita de la experta argentina la Dra. Mónica Blassin y el aporte de su experiencia para compartir experiencias en relación a actividades específicas durante la campaña de muestreo y la interpretación de resultados.
- Un beneficio significativo, de la información generada nos brinda un mejor conocimiento para el manejo del recurso hídrico sobre todo en esta zona de la sub cuenca del Río Zaratí que cada día recibe mayor presión antrópica. Por otra parte, la metodología de trabajo aprendida podrá aplicarse en otras cuencas de interés en la provincia y el país.
- En el marco de los trabajos locales de investigación del ARCAL 7021 Panamá logra desarrollar una tesis lo que es un gran logro para conocer el sitio investigado.
- Realización de una tesis de grado complementaria al proyecto por parte de los estudiantes Garson Gordon y Luis Ramos, la cual fue dirigida por el Ing. David Vega.
- A través de los resultados obtenidos, se logra desarrollar actividades, tanto internas como externas a sus organismos de trabajo, para generar conciencia a la comunidad en general y a los gestores de los recursos hídricos en particular, en relación a la utilidad de las técnicas geoquímicas e isotópicas para evaluar los impactos que las actividades humanas tiene sobre el agua (charlas, conferencias, reportajes, notas en periódicos y participación en reuniones científicas).
Links: <https://www.youtube.com/watch?v=JFsaWNFdmXQ> y https://www.unrc.edu.ar/unrc/HojaAparte/pdf/HA_XXI_885.pdf

3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

a) **Resultados obtenidos de las actividades realizadas.** En la tabla 1, se indican los beneficios obtenidos de las actividades realizadas:

Tabla 1. Actividades ejecutadas y beneficios obtenidos de las mismas

<i>Actividades ejecutadas</i>	<i>Beneficios obtenidos</i>
Asistencia a la reunión inicial de coordinación del Proyecto en Cuernavaca, México, del 22 al 26 de febrero de 2016.	Definición de los objetivos del proyecto y organización del Plan de Trabajo del área de estudio.
Recepción e instalación de equipos básicos para muestreo y medición donados por la OIEA, por parte del CIHH.	Mejora en el conocimiento del sistema hidrogeológico del arco



Realización de muestreos hidroquímicos e isotópicos por parte del CIHH con el apoyo del Instituto de Alcantarillados y Acueductos Nacionales (IDAAN) del río Zaratí y pozos. Se llevaron a cabo igualmente el envío de muestras a Viena y análisis de resultados.	seco específicamente del área de Penonomé provincia de Coclé (zona urbana y agropecuaria-rural)
Misión de experto patrocinada por la OIEA, por parte de la Dra. Monica Blarasin, para apoyar al grupo de Panamá participante del ARCAL 7021. (Ver Figuras en anexo 1)	Mayor conocimiento de los procesos hidrogeológicos en general y del arco seco en particular, a partir de la misión de experto.
Asistencia del Ing. David Vega a dos cursos de postgrado de 40 hrs, en la Universidad Nacional de Río Cuarto en Argentina en Noviembre de 2016, cada uno de una semana de duración en los siguientes temas: i) “ <i>Procesos geoquímicos y contaminación de acuíferos sedimentarios en ecosistemas urbanos y agrícolas</i> ”. Curso dictado por la Dra. M. Blarasin y su grupo. ii) “ <i>Uso de isotopos estables y radiactivos en la evaluación de la dinámica y contaminación de aguas subterráneas</i> ”. Curso de 40 hs dictado por el Dr. H. Panarello y Dra. M. Blarasin y su grupo. (Fig 11). Participación del Ing. Job Noel en el IX Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea, llevado a cabo en Montevideo, Uruguay del 26 de septiembre al 3 de diciembre de 2016, organizado por el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, en colaboración con la Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea (FCIHS), de Barcelona, España.	Desarrollo de capacidades en el tema a través de la participación de estos profesionales panameños.
Desarrollo de una tesis de grado en la zona escogida para llevar a cabo el proyecto ARCAL 7021.	Mayor información disponible sobre el sistema hidrogeológico de Penonomé sub cuenca del río Zaratí (Coclé, Panamá).
Realización de dos conversatorios en Panamá relacionados con el Proyecto. Ambas actividades se realizaron en el marco de la visita de la Dra. Blarasin y contaron con el apoyo de la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT). Uno de los conversatorios se dirigió a la comunidad científica y el otro a estudiantes, productores y profesionales del área de estudio.	Difusión del proyecto y por ende de aspectos relevantes a la aplicación de técnicas isotópicas para la determinación de la contaminación de acuíferos en el país.

b) Resultados técnicos obtenidos.

Características geológicas y geomorfológicas de la Sub cuenca del río Zaratí. La subcuenca del río Zaratí es parte de la Cuenca del río Grande y está ubicado en la provincia de Coclé en Panamá. Las formaciones geológicas existentes se detallan en la Tabla 2 (Ver Anexo II). En cuanto a su geomorfología esta sub cuenca tiene una longitud de cauce principal de 58 Km y un área de drenaje de 176 Km². Sus alturas máximas y mínimas son de 1035 y 25 msnm respectivamente. Finalmente, cuenta con una elevación media de 262 msnm. Una descripción completa de la topografía de esta sub-cuenca se presenta en la Figura 2.

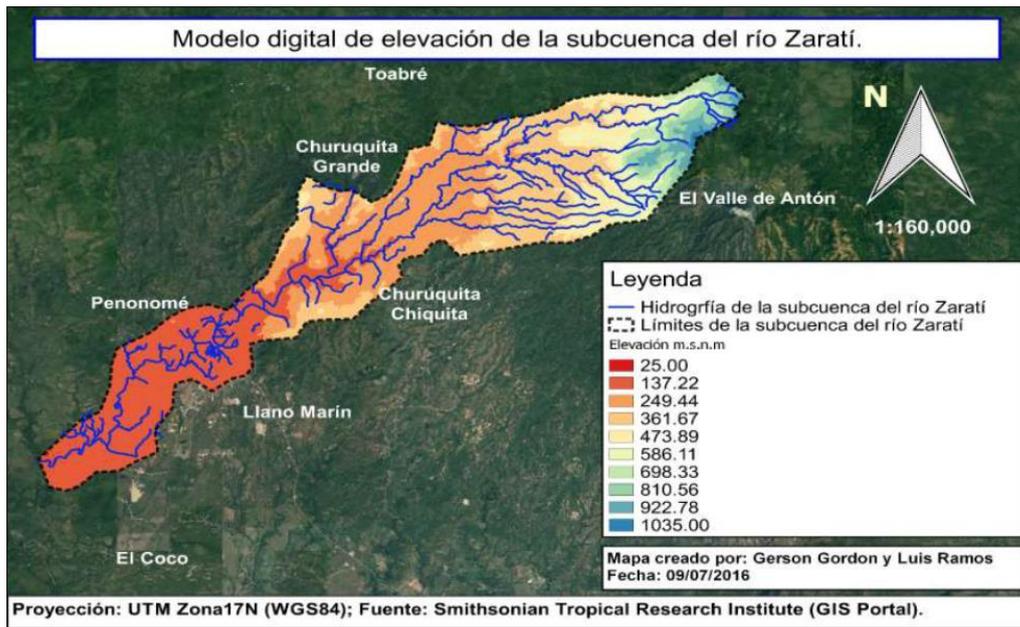


Figura 2. Modelo digital de elevación de la subcuenca del río Zaratí que incluye la hidrografía de la misma. (Gordon y Ramos, 2016)

Pozos estudiados. La Figura 3 presenta la ubicación de los pozos muestreados. La tabla 3 en el anexo II presenta un compendio de los resultados de calidad de agua básica e isotópica de estos pozos.



Figura 3. Georreferenciación de pozos estudiados. (Gordon y Ramos, 2016)



Análisis de resultados. En las figuras 4 a 7 se incluyen los resultados de los análisis con isótopos estables de los 17 pozos estudiados. En la figura 4 se puede apreciar que los resultados concuerdan bastante bien con la recta meteórica mundial y la recta local obtenida anteriormente por el profesor Alberto Caballero de la Universidad de Panamá. De estos resultados se puede concluir que los efectos de continentalidad son despreciables y es probable que sea más efectivo el efecto de altitud.

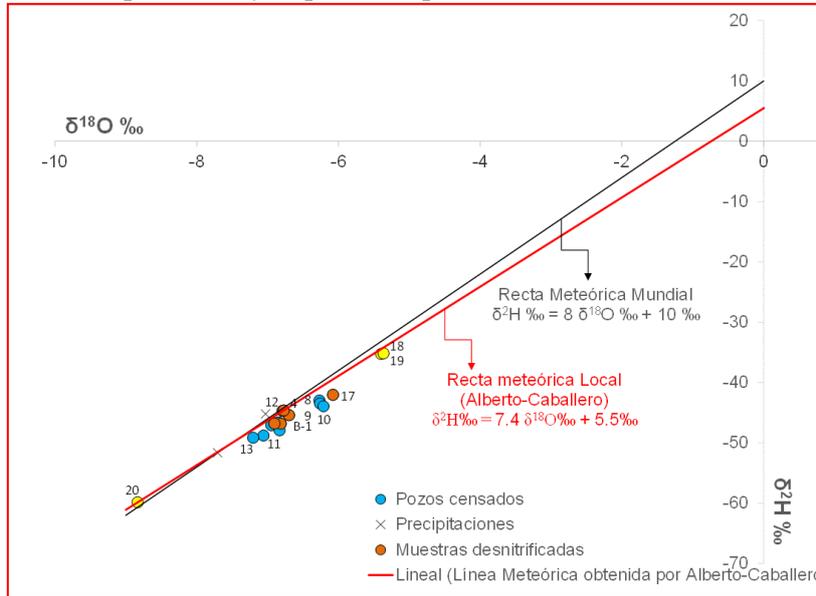


Figura 4. Resultados de las muestras tomadas en la subcuenca del río Zarati con la recta meteórica mundial y la obtenida por el Prof. Alberto Caballero de la Universidad de Panamá.

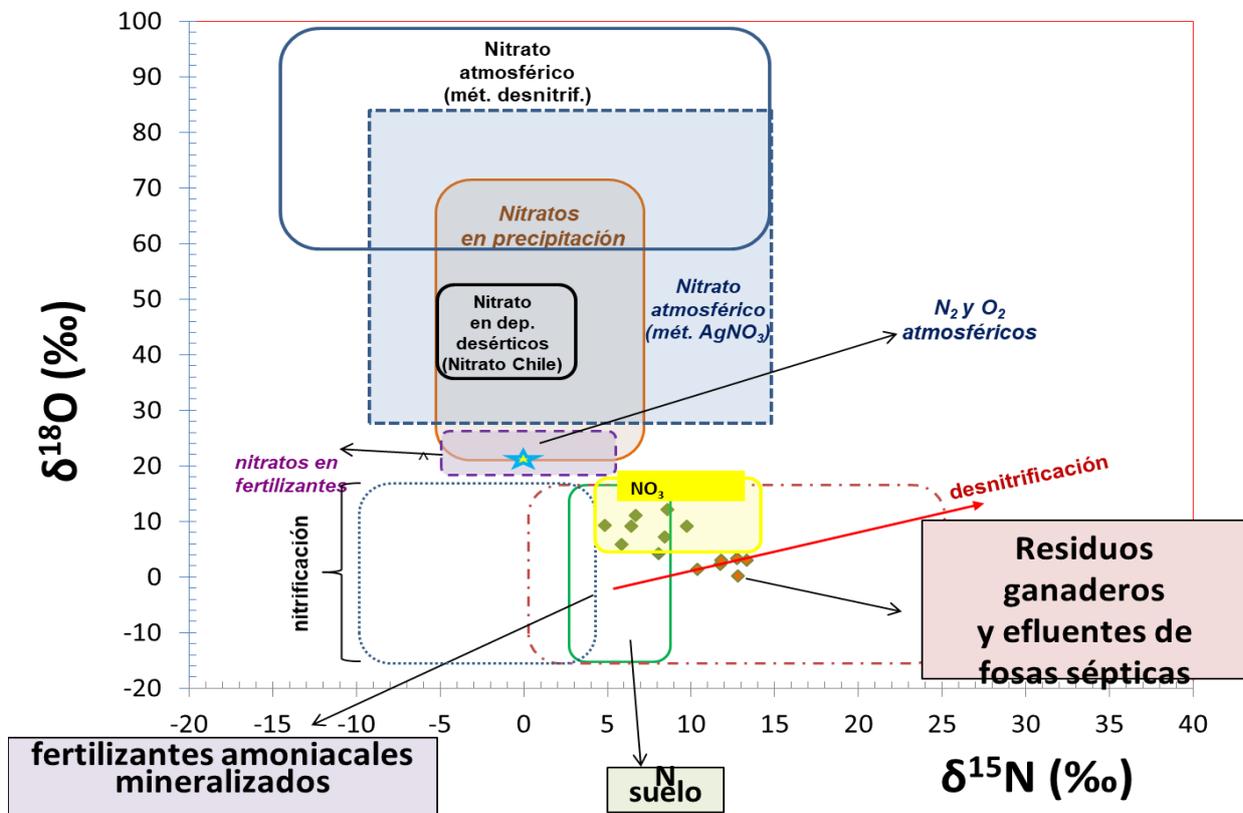


Figura. 5. Fuentes de contaminación con NO_3^- provenientes de residuos ganaderos y efluentes de fosas sépticas.



En la figura 5 se aprecian resultados de nitratos con agua subterránea aparentemente muy influenciada por el oxígeno del aire (puntos verdes) y otros resultados con que los resultados de nitrato (en verde) y otros resultados con el $\delta^{15}\text{N}$ más desplazado por el proceso de desnitrificación. Falta desarrollar un modelo geológico más preciso y tomar datos de profundidad de las perforaciones correspondientes a los pozos analizados. Con esto se puede determinar que materiales se están obteniendo y su relación con flujos profundos.

La figura 6 muestra resultados de $\delta^{15}\text{N}$ - $\delta^{18}\text{O}$ del NO_3 arrojan valores de 5.5 y 0.91 para las muestras urbanas y rurales respectivamente. De lo anterior, puede destacarse que para las muestras urbanas se puede asumir desnitrificación, aún cuando los valores de la relación $\delta^{15}\text{N}$ - $\delta^{18}\text{O}$ dan muy altos, para las muestras rurales, la conclusión sería que no se puede asumir desnitrificación y parece haber una nitrificación del suelo debido a los fertilizantes.

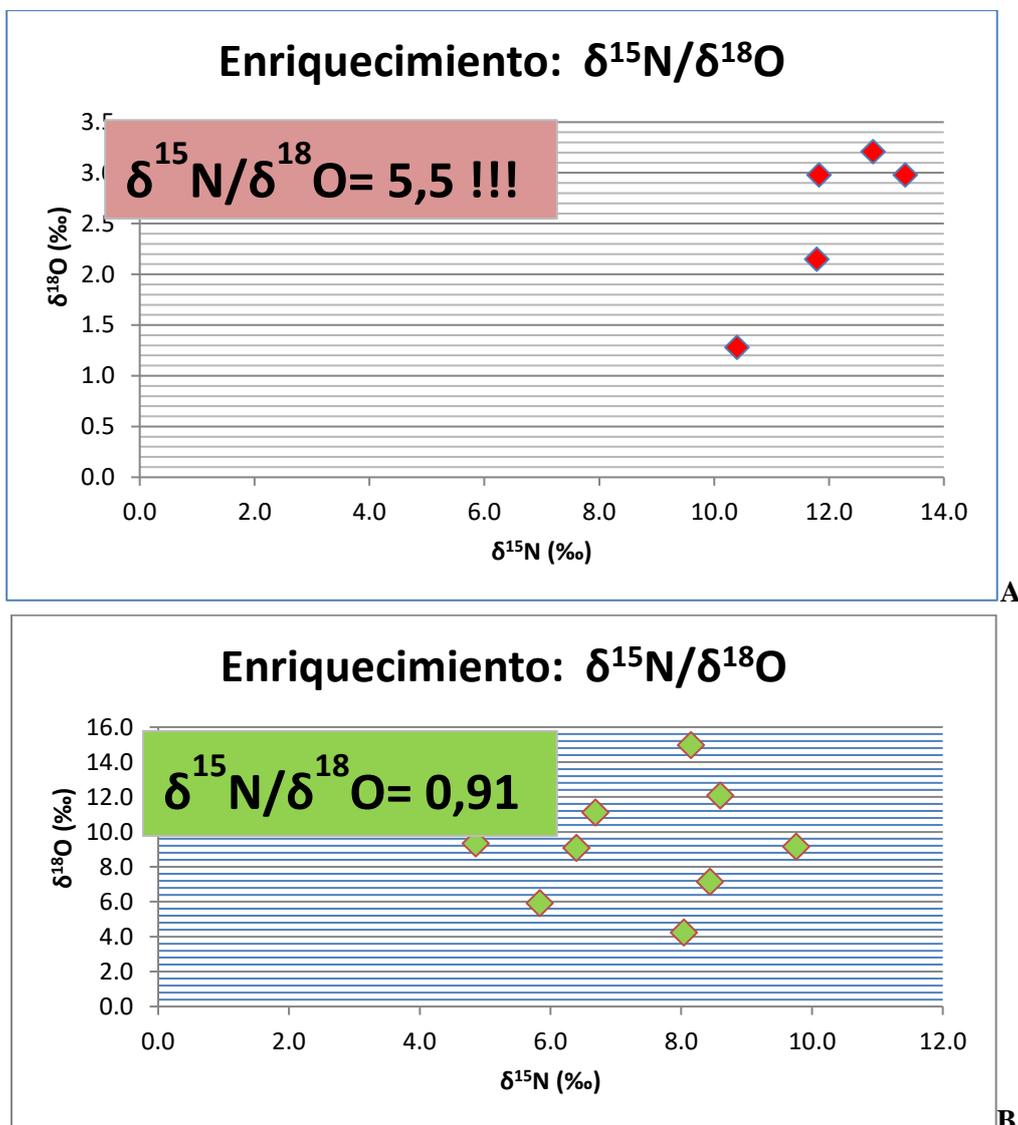


Figura. 6. Diagramas de campos isotópicos $\delta^{15}\text{N}$ - $\delta^{18}\text{O}$ del NO_3 de las aguas subterráneas de la subcuenca del río Zaratí. A) Muestras urbanas y B) Muestras rurales



Finalmente, en la figura 7 se presentan a partir de las muestras realizadas, las características de las aguas subterráneas de la sub cuenca del río Zaratí sobre un marco espacial. Esta figura resume las conclusiones obtenidas a partir de la figura 6.

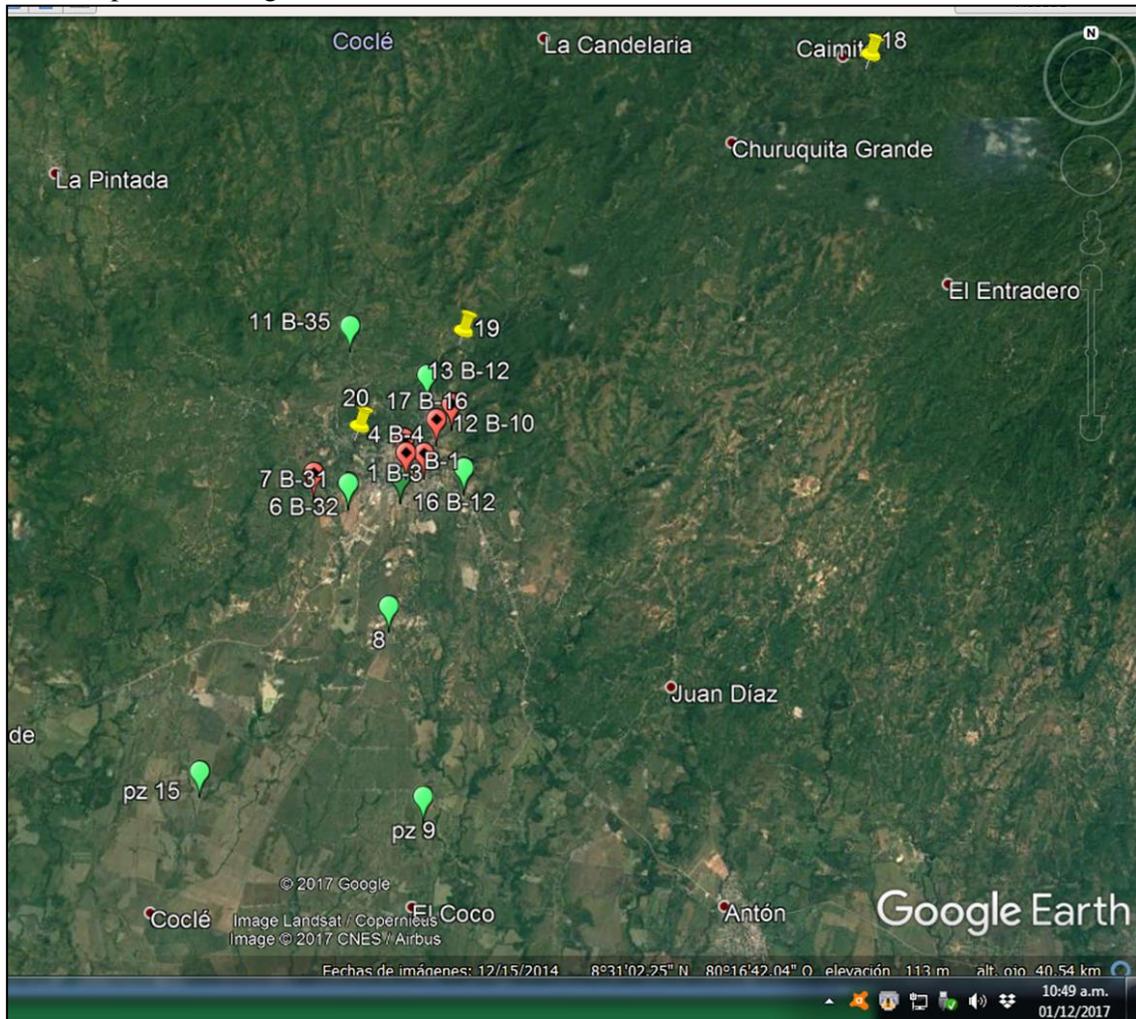


Figura 7. Características de las aguas subterráneas de la sub cuenca del río Zaratí. Rojas representan aguas urbanas (desnitrificación); amarillas representan los ríos (aguas superficiales) y Verdes las aguas rurales (Nitrificación)

Las principales dificultades presentadas durante la marcha del proyecto fueron:

- Necesidad de mejorar las técnicas analíticas básicas y de disponer de equipamiento más adecuado, variado y moderno.
- Urgencia en el desarrollo de una base de datos centralizada de los pozos a nivel nacional para la generación de investigaciones, toma de decisión o desarrollo de consultorías.
- Necesidad de mejorar los programas de capacitaciones en las instituciones del estado relacionadas al manejo de los recursos hídricos, específicamente en temas relacionados a la hidrogeología y técnicas isotópicas.

Disponer de fondos económicos fijos para la realización de campañas de muestreo y monitoreo del comportamiento de las aguas subterráneas. Se trabaja en gran medida con proyectos compuestos por esfuerzos puntuales.

**VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/ 7021 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)	0.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0.00
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	3,000.00
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	2,900.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	5,000.00
TOTAL		13,900.00



- **ANEXO I. VISITA DE EXPERTO: DRA. MONICA BLARASIN**

Conversatorio en Coclé sobre calidad de las aguas subterráneas

Evalúan efectos de la contaminación

Vie, 03/10/2017



Participantes del conversatorio y presentación del proyecto RLA7021 (ARCAL CXLIX).

Expertos del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH), de la **Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)**, realizaron, el 7 de marzo, el conversatorio y presentación del proyecto RLA7021 (ARCAL CXLIX): "Utilización de isótopos ambientales e instrumentos hidroquímicos convencionales para evaluar los efectos de la contaminación causada por las actividades agrícolas y domésticas en la calidad de las aguas subterráneas".

La actividad que se realizó en el Centro Regional de la **UTP en Coclé**, contó con la presencia de representantes del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAA), Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y productores independientes de la región. De igual manera, el conversatorio tuvo la participación internacional, desde Argentina, a través de la Dra. Monica Blarasin, geóloga experta en temas ambientales, especialmente en el cuidado de las aguas situada por debajo de la

superficie del suelo.

Blarasin presentó un modelo de estudio de aguas subterráneas que ha tenido total éxito en la provincia de Córdoba, Argentina y que se pretende pueda utilizarse como modelo a seguir en distintas regiones del interior del país.

El Ingeniero David Vega, Investigador del Proyecto, dijo que estamos en un momento importante que puede cambiar el rumbo del aprovechamiento del recurso del mineral más importante para el ser humano: el agua.

Para otras entidades, el conversatorio se hizo oportuno pese a que Panamá cuenta con una de las mejores aguas del mundo y cuidar su calidad e integrar el uso del agua superficial con el agua subterránea son métodos que se deberían poner en marcha en nuestro país, ya que es el recurso más utilizado, o el único, para todas las actividades (domésticas, ganaderas, industriales, riego, etc.).

Como parte del trabajo de campo del proyecto que se está realizando, se visitaron áreas donde el equipo investigador del CIHH mostró una de las bombas de riego que está en una etapa de prueba, para luego empezar a operar como se ha contemplado en el proyecto.

Figura 8. Reporte de prensa sobre uno de los Conversatorio.





Figura 9. Visita tecnica de la Dra. Mónica, marzo de 2017



Figura. 10 Visita Técnica de la Dra. Mónica a la sub cuenca del río Zaratí. Marzo 2016

ANEXO II: TABLAS DE RESULTADOS DE INFLUENCIA GEOLÓGICA Y CALIDAD DE AGUA

Tabla 2. Porcentaje de influencia geológica y descripción de los tipos de rocas existentes en las formaciones geológicas de la subcuenca del río Zaratí.

<i>Símbolo</i>	<i>Grupo</i>	<i>Formación</i>	<i>Forma</i>	<i>Edad</i>	<i>% de cobertura</i>	<i>Leyenda</i>
TM-CATu	Cañazas	Tucue	Volcánicas	Mioceno	6.8	Andesitas/basaltos. Lavas, brechas, tobas y plugs.
TMPL-VA		El Valle	Volcánicas	Plioceno-Mioceno	18.1	Dacitas, brecha
TM-Yen	La Yeguada	C. El Encanto	Volcánicas	Mioceno	26.7	Dacitas, riodacitas, ignimbritas, subintrusivos, tobas y lavas
QR-Aha	Aguadulce	Río Hato	Sedimentarias	Cuaternario	48.4	Conglomerado, areniscas, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas, pómez

Fuente: Mapa geológico de Panamá 1:125,000. 1990.

Tabla 3. Resultados de calidad de agua de los pozos estudiados.

Código	Nombre	Fecha	Tipo	Latitud	Longitud	CE	T	pH	CP [NO ₃ -NO ₃] (mg/L)	d ¹⁵ N _{nitrate}	d ¹⁸ O _{nitrate}	Comments Calgary	d ² H	d ¹⁸ O
1 B-3	IDAAN Centro	04/20/17	GWB	N 08 31 00.8	W 80 21 18.1	293	29.5	6.55	5.3	12.8	0.1		-46.85	-6.81
B-1	Hospital	04/19/17	GWB	N 08 30 47.5	W 80 20 59.4	272	29.4	6.22	8.4	12.8	3.2		-45.44	-6.70
4 B-4	Colegio	4/19/17	GWB	N 08 30 47.9	W 80 21 16.4	292	29.9	6.50	10.6	13.3	3.0		-44.73	-6.79
5 B-27	Villa Bonita	04/19/17	GWB	N 08 30 24.9	W 80 21 21.6	210	30.1	7.32	23.5	8.0	4.2		-47.11	-6.95
6 B-32	Las Lomas	04/19/17	GWB	N 08 30 29.0	W 80 22 43.4	274	29.8	6.25	8.4	11.8	2.2		-46.81	-6.90
7 B-31	Altos del Prado	05/10/17	GWB	N 08 30 19.2	W 80 22 10.8	203	30.0	6.87	0.4	8.6	12.1		-47.95	-6.83



ARCAL

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



8	El Coco	04/19/17	GWB	N 08 28 23.9	W 80 21 32.6	149	29.8	6.60	10.2	9.8	9.2		-43.00	-6.27
9 POZO	Agua Fría	04/20/17	GWB	N 08 25 24.9	W 80 21 00.2	175	28.6	6.57	8.9	5.8	5.9		-43.49	-6.26
10 POZO 15	El Congo	04/19/17	GWB	N 08 25 48.6	W 80 24 31.0	153	30.1	6.53	4.9	8.4	7.1		-43.96	-6.21
11 B-35	Las Delicias	05/10/17	GWB	N 08 32 47.2	W 80 22 09.1	329	29.0	7.21	1.3	13.0		*	-48.82	-7.06
12 B-10	El Encanto	04/20/17	GWB	N 08 31 33.8	W 80 20 33.2	231	28.9	6.52	6.2	10.4	1.3		-44.64	-6.77
13 B-36	El Carmen	04/20/17	GWB	N 08 32 01.0	W 80 20 56.5	194	30.1	6.43	5.3	6.4	9.1		-49.19	-7.20
16 B-12	IV Centenario	04/19/17	GWB	N 08 30 33.4	W 80 20 21.8	203	29.3	6.40	10.2	8.2	15.0		-46.63	-6.84
17 B-16	La Inmaculada	04/20/17	GWB	N 08 31 19.2	W 80 20 47.7	213	28.5	6.17	9.7	11.8	3.0		-42.06	-6.08
18	Río arriba	04/20/17	SRI	N 08 37 11.7	W 80 14 03.2	80	24.3	7.46	0.4	4.9	9.3		-35.26	-5.40
19	Río medio	04/20/17	SRI	N 08 32 52.9	W 80 20 26.5	142	26.0	7.73	1.3	6.3		*	-35.17	-5.36
20	Río abajo	10/05/17	SRI	N 08 31 23.3	W 80 22 04.7	103	26.4	7.33	2.2	6.7	11.1		-59.86	-8.84

* NO3 too low to measure d18O

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 llevo a cabo el Curso Regional de Capacitación, Entrenamiento en Aplicaciones de Fuentes Selladas en la Industria-Perfilaje Gamma mejorado de Columnas en Procesos Industriales se realizó del 16 al 20 octubre de 2017, en Perú.

Para el curso en Perú se postuló al Licenciado Felipe Rivera, ambos colaboradores del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) de la Universidad Tecnología de Panamá.

Además, la Dra. Kathia Broce de nuestro CIHH presentó un poster en la International Conference on Applications of Radiation Science and Technology (ICARST-2017) a realizarse en Viena, Austria en abril de 2017. Durante el resto del año 2017 no se dio ninguna actividad internacional adicional relacionada al proyecto.

2.- Impacto de las actividades del proyecto en el país

Con la participación del Lic. Rivera del CIHH al curso de tomografía Gamma llevado a cabo en Perú (ver anexo I), se busca el contar con recurso humano capacitado en éstas 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.

Además, se presentó un poster del uso de sondas nucleónicas y radiotrazadores en el estudio de transporte de sedimento en la cuenca del canal de Panamá, en la ICARST 2017 en Viena, Austria en Abril de 2017. Lo anterior con el fin de presentar los primeros resultados y actividades definidas en el proyecto y adquirir conocimientos y experiencias actualizados de países de otras regiones (ver anexo II).

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 de 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 MINSAL (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.

**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)	0.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0.00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0.00
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0.00
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	200.00
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0.00
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	0.00
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	5,000.00
TOTAL		5,200.00

**ANEXO I**

Curso Regional de Capacitación, Entrenamiento en Aplicaciones de Fuentes Selladas en la Industria-Perfilaje Gamma mejorado de Columnas en Procesos Industriales, Octubre 2017, Perú

Universidad Tecnológica de Panamá
Informe Técnico
Curso de Capacitación

“Curso Regional de Capacitación, Entrenamiento en Aplicaciones de Fuentes Selladas en la Industria-Perfilaje Gamma mejorado de Columnas en Procesos Industriales”

Participante: Felipe Rivera González, Ced: 2-729-117
Coordinador del Curso: Gerardo Maghella
Contraparte del Proyecto RLA1013 (ARCAL CXLVI)
Tel. 4885050/4885050/4885090-Anexo 225
Cel.: (00511)973869312
E-mail alternativo: gmaghella@ipen.gob.pe

Objetivo:

Desarrollar la capacidad de los miembros del equipo del proyecto nacional para familiarizarse con el diagnóstico de procesos industriales en columnas mediante el perfilaje con rayos gamma y tecnologías de retrotracción de neutrones y así promover la tecnología en las industrias de los Estados miembros (EM).

Lugar: Perú

Duración: del 16 al 20 de octubre de 2017

Antecedentes: Las técnicas de fuentes radiactivas selladas se han convertido en una importante herramienta no destructiva y no invasiva para el diagnóstico del mal funcionamiento del proceso y la optimización de la eficiencia. Las tecnologías se han desarrollado y establecido en algunos Estados miembros de ARCAL (MS). Las fuentes selladas radiactivas se utilizan como una actividad de servicio en sus industrias locales. La demanda de la tecnología ha aumentado constantemente entre los Estados miembros con capacidad y capacidad local. La tecnología de escaneo gamma puede jugar un papel crucial para ayudar a los ingenieros de planta en la toma de decisiones. Aunque los métodos convencionales están disponibles, la tecnología de radioisótopos es más económica, de modo que las mediciones se pueden llevar a cabo in situ sin interrupción del proceso. La información de un proceso puede obtenerse en un período de tiempo relativamente corto después de lo cual el ingeniero de proceso estará en condiciones de tomar medidas especialmente cuando se traten e interpreten los datos hasta que se interpreten los perfiles gamma para integrarse con los modelos de ingeniería de procesos. En este caso, estos experimentos podrán proporcionar información muy potente a la industria. Por lo tanto, el tratamiento, la interpretación y el modelado de datos son de gran importancia para fortalecer el desarrollo de la tecnología y aumentar su uso en diversas industrias. Las técnicas de fuentes selladas se utilizan para el control de calidad en línea, investigaciones de procesos unitarios.



Programa del Curso:

PRIMERA SEMANA

Lunes 16 de octubre

8:45-9:00 Palabras de bienvenida por el contraparte Nacional del Proyecto, Ing. Gerardo Maghella

9:00-9:30 Inauguración a cargo del Coordinador Nacional de Proyectos Regionales y Presidente del IPEN, Dra. Susana Petrick Casagrande.

9:30-9:45 Intermedio.

9:45-10:00 Información general acerca del curso. (G. Maghella)

10:00-12:30 Presentación de 15 minutos, a cargo de cada uno de los representantes de los diferentes países.

12:30-14:00 Almuerzo.

14:00-16:45 Generalidades sobre experiencias con fuentes selladas, aspectos de Seguridad radiológica y sistemas de detección

Estado actual y nuevas tendencias de la tecnología de trazadores aplicada a sectores industriales. Nuevas tendencias en la aplicación de las técnicas de trazadores.

Martes 17 de octubre. Visita al Centro Nuclear “RACSO” (Salida del hotel a las 6:00 horas)

8:45-9:30 Visita a los laboratorios auxiliares.

9:30-9:45 Intermedio.

9:30-9:45 Preparación de la fuente sellada de ^{241}Am -be y equipo de detección para la prueba.

12:30-14:00 Almuerzo.

14:00-16:45 Retorno a Lima.

Miércoles 18 de octubre (en Empresa)

8:45-9:30 Charla de seguridad Industrial como parte de las normas de seguridad.

9:30-9:45 Intermedio.

9:45-12:30 Inspección a la instalación donde se realizará la experiencia y cálculos preliminares.

12:30-14:00 Almuerzo.

14:00-16:45 Revisión de implementos accesos y planificación de la prueba.

Retorno al hotel.

Jueves 20 de octubre (en Petrolera)

8:45-10:00 Arreglo experimental para la evaluación de una columna de refinación de petróleo.

9:45-12:30 Participación de algunos representantes de los diferentes países.

12:30-14:00 Almuerzo.

14:00-16:45 Experiencia en un tanque para la regulación de presión.

Retorno al hotel.

Viernes 21 de octubre (en el Hotel)

8:45-9:30 Procesamiento de datos de las dos experiencias y obtención de resultados.

9:30-9:45 Intermedio.

9:45-12:30 Continuación: Procesamiento de datos de las dos experiencias y obtención de resultados con ayuda de.

12:30-14:00 Almuerzo.

14:00-15:00 Discusión de resultados y determinación de parámetros para toma de decisiones con los colaboradores de la empresa y los participantes del curso.

15:00-16:45 Cierre del curso. Entrega de certificados.



Figura 1. Inauguración del Curso



Figura 2. Participantes del Curso



Figura 3. Visita de campo a la empresa petrolera



Figura 4. Aplicación en la columna de refinación del petróleo.



Figura 5. Aplicación en el tanque de regulación de presión.

ANEXO II

Poster: **STUDY OF SEDIMENTS IN A SUB-BASIN OF THE PANAMA CANAL
USING NUCLEAR TECHNIQUES**



La Dra. Kathia Broce junto a la Dra. Paulina Franceschi embajadora de Panamá durante la presentación del poster en la ICARST 2017, Viena Austria



ARCAL

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



ICARST 2017

International Conference on Applications
of Radiation Science and Technology (ICARST-2017)

IAEA Headquarters | Vienna, Austria
24–28 April 2017



IAEA
International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace

IAEA-CN-249



PA2-57	J.-M. Yun, <i>et al.</i> , Low Dimensional Nanomaterials-Based Interfacial Engineering in Organic Solar Cells	417
PA2-58	T. Zaharescu, <i>et al.</i> , Radiochemical Stability and Life Time of LDPE-Based Flexible Composite Filled with Ce-Doped PZT-PbZrTiO ₃	418
PA2-59	A. Zaouak, <i>et al.</i> , Decolouration and Degradation of Erythrosine by γ -Irradiation	419
PA2-60	X. Zeng, <i>et al.</i> , γ -Ray Induced Reduction and Modification of Graphene Oxide	420
PB: Posters PB: Radiation Technologies for Measurement		421
PB-01	A. O. A. Abdelbari, <i>et al.</i> , The Study of Industrial Process with Radioactive Tracer RTD Method Enhanced System Analysis	422
PB-02	J. K. J. Al-Saedi, The Concentrations of Major and Trace Elements in Powdered Milk Using XRF and NAA, and Comparison to Other Techniques	423
PB-03	A. Benahmed, <i>et al.</i> , Development of a New Ambient Dosimetry Monitor for In Situ Environmental Monitoring at the Nuclear Studies Centre of Maâmora, Morocco	424
PB-04	K. Broce, <i>et al.</i> , Study of Sediments in a Sub-Basin of the Panama Canal Using Nuclear Techniques	425
PB-05	M. J. G. Gichuru, <i>et al.</i> , Tracers of High Altitude Pollution Sources and Impact on Mt. Kenya Ecosystem	426
PB-06	M. Goes Nunes, <i>et al.</i> , CaSO ₄ :Dy and CaSO ₄ :Ce,Eu Intrinsic Efficiencies Dependence on Ionizing Radiation Type and Quality	427
PB-07	V. Khoury Asfora, <i>et al.</i> , Evaluation of TL and OSL Response of CaF ₂ :Tm for Electron Beams Dosimetry in Radiation Processing	428
PB-08	J. D. R. Lopes Gomes, <i>et al.</i> , Radiation Shielding Design Assessment of Nucleonic Gauges	429
PB-09	A. H. Lopez Gonzales, <i>et al.</i> , Axial Computed Tomography Phase-Space Source Model in the PenEasy/PENELOPE Monte Carlo System: Implementation and Validation	430



Broce

Session PB, Wednesday 14:15

PB-04

Study of Sediments in a Sub-Basin of the Panama Canal Using Nuclear Techniques

K. Broce¹, R. Pinzón¹, I. Arjona¹, M. Barragán¹, J. Fábrega¹, and F. Rivera¹¹Universidad Tecnológica de Panamá, Ancón, Panama

Corresponding Author: K. Broce, kathia.broce@utp.ac.pa

PB

In early December 2010 a storm that occurred was named "La Purísima" the largest storm in the history of the Canal watershed. According to the Panama Canal Authority (ACP; from Autoridad del Canal de Panamá) Yearbook of suspended sediments for 2010, the storm was associated with the interaction of a low pressure centre, the remnants of a stationary front and the intertropical convergence zone in the north-eastern part of the basin of the Panama Canal. The storm produced a record 780 mm of rain in 24 hours. There were more than 500 landslides in the watershed above the Alajuela dam. These landslides resulted in a large amount of suspended sediment upstream of this dam, where potable water facilities for the City of Panama are located. This led to a turbidity of water from the dam of 700 NTU (nephelometric turbidity units), causing the collapse of the water treatment plant, leaving a large part of Panama City without drinking water for nearly two months. On the other hand, waste waters contribute to serious pollution problems not just in Panama Canal basin but also at the Panama Bay influencing marine and coastal environment, and there is not an effective monitoring programme for contaminants in treatment plants wastewaters effluent and coastal marine areas. In addition to this, the sediments are vectors of contaminants such as heavy metals, etc. The ACP must operate efficiently and scientifically to collect and analyze sediments from dredging works (suspension, deposition at some site, etc.) because it is of fundamental interest to maintain and improve water quality both in the Panama Canal river basin as in the urban area. Therefore, a characterization of the dynamics of sediment transport phenomenon using radiotracer and chemical tracers would offer a rigorous and efficient methodology for a national programme of measurements or monitoring plan of transport and behaviour of pollutants into resources water of Panama, including the study of sediments at the biggest Panamanian WWTP.

For sediment transport monitoring, radioactive and chemical tracer technology was selected because it is a very reliable, accurate and non-intrusive procedure. Its use required low amounts of radioactive substance. Also, tracers have high resistance to physical factors, such as temperature and pressure, which make them ideal for this type of studies.

One of the goals of this study is to contribute to reducing the contamination level to international water quality standards, through an efficient sediment transport monitoring programme in the Panama Canal basin and check out the contribution of wastewaters treated at WWTP to the marine and coastal environments. To achieve this goal, it is necessary to study and compare both methods, non-nuclear and nuclear techniques, using nucleonic gauge, and comprehend all the processes involved in sediment transport along the Panama Canal basin, including the contribution of treated waste waters, during dry and rainy seasons, considering also physic-chemical factors.



4. ANEXOS

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

CÓDIGO Y TÍTULO DE PROYECTO	COORDINADOR DEL PROYECTO	APORTE VALORADO (€)
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)	Reinhardt Pinzón – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) Email: reinhardt.pinzon@utp.ac.pa	€ 5,200.00
RLA/2/015 Supporting the Development of National Energy Plans with the Purpose of Satisfying the Energy Needs of the Countries of the Region with an Efficient Use of Resources in the Medium and Long Term (ARCAL CXLIII)	Isaac Castillo y Fernando Díaz – Secretaria Nacional de Energía (SNE) Email: isaac.castillo.r@gmail.com fdiaz@energia.gob.pa	€ 2,103.00
RLA/5/068 Improving Yield and Commercial Potential of Crops of Economic Importance (ARCAL CL)	Ismael Camargo Buitrago, Zanya Aguilar Reyes, Carmen Yvonne Bieberach Forero - Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) Email: camargo.ismael@gmail.com reyesaguilarzi@gmail.com cybieberach@gmail.com	€ 10,570.00
RLA/5/070 Strengthening Fruit Fly Surveillance and Control Measures Using the Sterile Insect Technique in an Area Wide and Integrated Pest Management Approach for the Protection and Expansion of Horticultural Production (ARCAL CXLI)	Pablo Rodríguez González – Ministerio de Desarrollo Agropecuario (Dirección Nacional de Sanidad Vegetal) Email: prodriguez@mida.gob.pa	€ 30,300.00
RLA/6/072 Supporting Capacity Building of Human Resources for a Comprehensive Approach to Radiation Therapy (ARCAL CXXXIV)	Guillermo Batista Hernández – Instituto Oncológico Nacional (ION) Email: gbatista@ion.gob.pa	€ 6,000.00
RLA/6/077 Taking Strategic Actions to Strengthen Capacities in the Diagnostics and Treatment of Cancer with	Martin Acosta – Instituto Oncológico Nacional (ION) Email: macosta@ion.gob.pa	€ 6,800.00



ARCAL

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



<p>a Comprehensive Approach (ARCAL CXLVIII)</p>		
<p>RLA/7/019 Developing Indicators to Determine the Effect of Pesticides, Heavy Metals and Emerging Contaminants on Continental Aquatic Ecosystems Important to Agriculture and Agroindustry (ARCAL CXXXIX)</p>	<p>Brenda Checa - Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), Dirección Nacional de Sanidad Vegetal Email: bcheca@mida.gob.pa</p>	<p>€ 54,000.00</p>
<p>RLA/7/021 Using Environmental Isotopes and Hydrogeochemical Conventional Tools to Evaluate the Impact of Contamination from Agricultural and Domestic Activities on Groundwater Quality (ARCAL CXLIX)</p>	<p>José Ezequiel Villareal – Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) Email: jevilla38@gmail.com José Rogelio Fábrega - Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidroténicas (CIHH) Email: fabrega66@yahoo.com</p>	<p>€ 13,900.00</p>
<p>TOTAL</p>		<p>€ 128,873.00</p>