



**ARCAL**

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



**ARCAL**

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

**INFORME ANUAL 2019**

**País: Ecuador**



## ARCAL

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

### CONTENIDO

#### 1. RESUMEN EJECUTIVO

El Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR) cuenta entre sus dependencias con el Viceministerio de Electricidad y Energía Renovable y a través de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), coordina la gestión de los proyectos que se desarrollan en el Acuerdo Regional de Cooperación para América Latina y El Caribe (ARCAL). La coordinación de los proyectos a nivel nacional ha sido delegada a la Dirección de Aplicaciones Nucleares y Cooperación Técnica (DANCT) y cuyo director es nombrado como Coordinador Nacional de ARCAL, por delegación oficial mediante Acuerdo Ministerial.

El MERNNR a través de la SCAN coordina la gestión de los proyectos propuestos bajo el marco de cooperación ARCAL, enfocados a las necesidades identificadas en los diferentes sectores de desarrollo canalizados con los Ministerios que se alinean a las esferas de cooperación de ARCAL, para este fin los Ministerios, Secretarías y demás entidades han designado puntos focales de cooperación que generalmente recaen en las direcciones de cooperación de los mismos.

Con este antecedente, el Ecuador a través del MERNNR-SCAN con la DANC ha canalizado los proyectos que surgen del análisis del Perfil Estratégico Regional y que son priorizados por el OCTA y aprobados por el ORA a los diferentes ministerios y entidades dando continuidad y visibilizando más el apoyo del OIEA a través de ARCAL para el uso pacífico de técnicas nucleares en el país.

El Ecuador ha realizado cambios en la estructura estatal de sus entidades rectoras y otras entidades del Estado, entre ellas el Presidente de la República dispuso mediante decreto ejecutivo 399 del 15 de mayo de 2018 la fusión de los Ministerios, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Ministerio de Minas y Secretaría de Hidrocarburos, estas tres Carteras de Estado se ha fusionado y se ha realizado una optimización de personal

Durante el período de fusión y con la optimización de los recursos el Ecuador ha dado seguimiento constante a las actividades tanto inherentes a la fusión como a las actividades que derivan de la cooperación técnica con ARCAL.

El Ecuador durante el presente ciclo de cooperación 2018 – 2019, se encuentra participando en varios proyectos contando como entidades contrapartes las siguientes:

- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.
- Ministerio de Agricultura
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias
- Agencia de Regulación y Control Fitosanitario
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
- Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín
- Ilustre Municipio de Quito, Secretaría de Ambiente
- Universidad de Las Fuerzas Armadas
- Escuela Politécnica Nacional.



## ARCAL

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

El país participó en varias reuniones de coordinación de proyectos, en todas las reuniones técnicas; se capacitó a más de 25 técnicos en temas de importancia relevante para el país y el sector de salud, salud alimentaria, medio ambiente, técnicas con irradiación.

El país también fue sede de reuniones de coordinación y eventos relacionados con el desarrollo del proyecto y con la participación de los países del acuerdo.

El país aportó a ARCAL cuantificado en recursos económicos en un valor que asciende a 206123 EUR.

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

Durante el año 2019 el Coordinador Nacional de ARCAL gestionó varias actividades las cuales se resumen a continuación.

- XX Reunión del OCTA celebrada en La Habana Cuba.
- Coordinación con los diferentes sectores a nivel nacional para adhesión a los proyectos del ciclo 2020 – 2021
- Entrega del informe ARCAL del país 2019
- Reuniones de coordinación con contrapartes de varios proyectos para asesoramiento y seguimiento.
- Seguimiento de implementación de los proyectos para el ciclo 2018-2019
- Coordinación y seguimiento para que los contrapartes de proyectos remitan el informe de coordinación del proyecto..
- Reuniones de trabajo para presentación de proyectos para el ciclo 2020-2021
- Seguimiento de adhesiones a propuesta de conceptos aceptadas para el ciclo 2020 – 2021 de varias entidades nacionales.

### 3. RESULTADOS

- En el país se han presentado con dificultades de enlace entre las entidades ejecutoras y las entidades rectoras situación presentada por el cambio de gobierno y por ende el cambio de autoridades a quienes se ha explicado la importancia que tiene ARCAL y la participación en proyectos de las diferentes entidades del país, en varias ocasiones esto ha incurrido en suspensión de actividades en proyectos programadas en el plan de trabajo; esto implica dificultades en la designación de candidatos por temas de trámites y restricciones que se han dispuesto en varias entidades situación que en varias ocasiones no permitió la presentación del candidato..

A continuación se detallan los resultados de la participación del Ecuador en los proyectos.

### ANEXOS

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



## ARCAL

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

### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII)

#### 1. Resumen Ejecutivo

El proyecto RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII), ha permitido fortalecer la relación entre las entidades nacionales que cuentan con técnicas nucleares para apoyar al desarrollo nacional, se están estableciendo convenios interinstitucionales iniciando con la Academia con la finalidad de integrar en la formación profesional temas relacionados con el uso pacífico de las técnicas nucleares como un medio para lograr programas en desarrollo relacionados con la mejora en los principales ejes como son Salud Humana, Seguridad Alimentaria, Tecnologías con Radiación, Medio Ambiente, Energía, Protección Radiológica.

Actualmente se está realizando convenios con todos los sectores mencionados involucrando transversalmente la Academia y los institutos de investigación.

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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	N.A.
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	5000
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	N.A.
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	N.A.
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	N.A.
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	N.A.
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	N.A.
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR	N.A.



## ARCAL

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

	5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	N.A.
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	1200
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	3600
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	N.A.
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	N.A.
	TOTAL	9800

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

Se ha logrado mejorar la situación nacional en varios sectores de desarrollo nacional, involucrando adecuadamente a las entidades rectoras, en coordinación con entidades de apoyo a la gestión e investigación.

La adecuada coordinación ha permitido incentivar a las entidades a utilizar la tecnología nuclear considerando el gran beneficio que deriva de su uso adecuado con fines pacíficos.

Es importante recalcar que esta entidad ha promovido la firma de convenios de cooperación con la finalidad de comprometer a las autoridades actuales y dar seguridad para su ejecución posterior.

### 3.- RESULTADOS

Se han logrado convenios de cooperación interinstitucional y adicionalmente se ha involucrado a las técnicas nucleares como un factor importante en la consecución de los objetivos sectoriales, estamos en el desarrollo de las necesidades con la finalidad de elaborar un plan de desarrollo nuclear con fines pacíficos integrando los aportes y necesidades de cada sector estratégico del país.

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

Inestabilidad en la permanencia del cargo de las Autoridades de turno, situación que no ha permitido dar la continuidad requerida lo que ha ocasionado falta de participación por parte de técnicos ecuatorianos en varios eventos organizados dentro de ARCAL así como mantener el apoyo de las máximas autoridades a los diferentes proyectos desarrollados y en los que el Ecuador participa situación que no ha permitido contar con el apoyo constante considerando que la



cooperación técnica entregada al país y a la región es un elemento fundamental para conseguir una aplicación adecuada de los ODS.

RLA 1013 Crear experiencias en el uso de tecnología de radiación para mejorar el desempeño industrial, desarrollar nuevos materiales y productos, y reducir el impacto ambiental de la industria

Durante el año 2019, Ecuador participo en algunas actividades dentro del proyecto

ME-RLA1013-1807590 Regional Workshop on Development of Functional Material by Radiation Technology for Agricultural, Health Care and Environmental Applications 22-26 April 2019 Sao Paulo, Brazil, el participante designado es el Ing. Francisco Salgado. Funcionario de la Escuela Politécnica Nacional.

El objetivo del taller regional fue difundir sobre el desarrollo de material funcional mediante tecnología de radiación para aplicaciones agrícolas, sanitarias y ambientales útil a los participantes de la región de América Latina y el Caribe.

Se aliento participantes a explorar las necesidades de materiales funcionales, considerar las ventajas tales como rendimiento y rentabilidad de la tecnología de radiación en el desarrollo de materiales con radiación.

Se elaborará el desarrollo de materiales funcionales para aplicaciones agrícolas, sanitarias y ambientales utilizando tecnología de radiación en América Latina y el Caribe. Un total de 16 participantes de 11 países de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México, Panamá, Perú y Uruguay asistieron al taller.

ME-RLA1013-1807531; Participación del Ing. Edison Vera Sánchez, MSc., Técnico Especialista del Departamento de Ciencias Nucleares de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), al curso ME-RLA1013-1807531 “Regional Meeting to Review Dosimetry Inter-comparison Results and Discuss Quality Control in Industrial Irradiators” (Curso Regional de Entrenamiento para revisar los resultados del Ejercicio de Intercomparación y establecer el control de calidad en irradiadores industriales), realizado en la ciudad de Buenos Aires-Argentina, en el Centro Atómico Ezeiza de la Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina; del 1 al 5 de julio de 2019.

El propósito del evento fue hacer una revisión y análisis sobre el segundo ejercicio intercomparación, N-DO-02 y sus resultados; además de establecer sistemas de control estadístico y de calidad en irradiadores industriales de la región, se realizó este ejercicio para valorar los resultados obtenidos, con la finalidad de evaluar la competencia de los participantes en mediciones dosimétricas de procesos de irradiación gamma

En el evento se realizó un análisis y discusión de los resultados obtenidos en el ejercicio intercomparación N-DO- 02, las observaciones encontradas, y se evaluaron las diferencias respecto al ejercicio N-DO-01.



## ARCAL

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

ME-RLA1013-1901300. - Dentro del Proyecto, estaba programada la Regional Workshop on Advanced Emerging Technologies for Industrial Applications del 15 – 19 julio 2019, la Candidata seleccionada para que asista a la reunión en representación del país es la Ing. Jady Pérez funcionaria de la Escuela Politécnica Nacional, por motivos de salud no pudo asistir justificando su inasistencia al OIEA con certificados médicos y reintegró el estipendio que recibió.

ME-RLA1013-1902135 Final Coordination Meeting of Project RLA1013 2 to 4 December 2019 Vienna, el participante en asistir a la reunión final de coordinación del proyecto RLA1013, es el Ing. Francisco Salgado. Funcionario de la Escuela Politécnica Nacional.

### VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA1013 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)	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	2000
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros	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	1200
Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	600



## ARCAL

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

Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	600
Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	1200
TOTAL		3600

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

Destaca las habilidades adquiridas referentes a la implementación de sistemas dosimétricos en procesos de irradiación. Las cuales se están aplicando para desarrollar de forma eficiente en los procesos de irradiación que se ejecutan en el departamento de Ciencias Nucleares de la Escuela Politécnica Nacional, brindar confianza a los usuarios de los servicios de irradiación.

### 3.- RESULTADOS

Se ha logrado avanzar y posicionar la temática del control de calidad de la dosis en los procesos de irradiación.

El servicio de irradiación se vio beneficiado a través del aporte de la intercomparación, permitiendo mejorar los procedimientos y el servicio que brinda al sector.

Compromiso de los participantes de continuar en los ejercicios de intercomparación para mejorar sus controles estadísticos y de calidad en sus procesos.

Se estableció vínculos de trabajo entre diversos organismos, que hasta el momento no lo habían desarrollado impulsando una mejor cooperación y comunicación interdisciplinaria.

Entrenamiento y capacitación de técnico nacional en temáticas relacionadas con el proyecto.

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

En el año 2019 no se presentó ninguna dificultad durante la marcha del proyecto.

## VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA1013 AL PROGRAMA ARCAL



## ARCAL

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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	0
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	0
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	1000
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	6000
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viáticos interno/externo</li> <li>• Transporte interno/externo</li> </ul>	Máximo EUR 7.500/proyecto	1000



16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	7000
TOTAL		15000

RLA1015 Armonizar en América Latina y el Caribe los sistemas de gestión para la implementación en el control de operación, dosimetría, seguridad radiológica y mantenimiento en las instalaciones de irradiación, basado en las Buenas Prácticas de Irradiación y los estándares ISO aplicables a las instalaciones de irradiación

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Al inicio del proyecto, en enero del 2018, las instalaciones de los doce países participantes tenían diferentes niveles en términos de implementación de sistemas de gestión y procedimientos de buenas prácticas de irradiación.

Ante ello y en complemento a lo realizado en el año 2018, en el marco del proyecto RLA 1015 se continuó con el desarrollo de los lineamientos para la implementación, autoevaluación y mejora continua de los sistemas de gestión armonizados y procedimientos de buenas prácticas, atendiendo los distintos niveles alcanzados en las plantas de irradiación participantes.

El concepto base de diseño fue la definición de los contenidos armonizados y herramientas de seguimiento con posibilidad de ser auto gestionadas y a la vez comparables con otras instalaciones

Acorde con el Plan de Trabajo para el ciclo 2018-2019 y con respecto a Ecuador, durante el primer semestre del 2019 se participó en el *Taller Regional sobre cultura de seguridad y herramientas generales de gestión de instalaciones* realizado del 11 al 15 de marzo de 2019 y se realizó el *Curso Nacional de Capacitación en Dosimetría y Control de Procesos* 29 de abril al 03 de mayo de 2019, con la visita de Sandra Eva Pawlak experta del Centro Atómico Ezeiza. Con ello, se incremento la capacidad del personal del Centro de Irradiación en lo referente a sistemas dosimétricos.

En el segundo semestre del 2019, se continuó con la revisión de procesos y creación de procedimientos y registros de los procesos del Centro de Irradiación, sobre la base de la normativa aplicable y evaluación de impactos ambientales y riesgos. Adicionalmente, se realizó una auditoría interna y un plan de acción.

La evolución del nivel de implementación de sistemas de gestión y buenas prácticas de irradiación, de acuerdo a la matriz de autoevaluación diseñada por el proyecto RLA 1015, fue del 65 % en enero, 68 % en junio y 77 % a finales de noviembre del 2019.

Con respecto a los requisitos del sistema de gestión ambiental y buenas prácticas de irradiación, se logró pasar de un nivel bajo a medio. En cuanto a los requisitos del sistema de gestión de calidad se avanzó de un nivel medio a alto.

Además, es relevante mencionar que fue capacitado la totalidad del personal del Centro de Irradiación, tanto a nivel operativo como directivo.



Como Coordinadora del Proyecto participe en las siguientes actividades:

- Dirección y coordinación del Curso Nacional de Capacitación en Dosimetría y Control de Procesos, del 29 de abril al 03 de mayo de 2019; designación realizada por el OIEA.
- Participación en la reunión final de Coordinadores, del 04 al 06 de diciembre de 2019 en Viena, Austria.

Los recursos aportados por el país al proyecto se encuentran en el anexo; incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie.

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

Las actividades desarrolladas durante el segundo año del proyecto permitieron lo siguiente:

- La creación de una red de colaboración entre las distintas contrapartes participantes.
- El Centro de Irradiación incrementó su grado de implementación de sistemas de gestión y procedimientos de buenas prácticas a través de lineamientos armonizados.
- Se capacitaron 10 personas del Departamento de Ciencias Nucleares, en sistemas de gestión y buenas prácticas de irradiación.

## 3. RESULTADOS

A continuación se describe los resultados alcanzados por evento en el cual se participó:

EVENTO	RESULTADOS
Taller Regional sobre cultura de seguridad y herramientas generales de gestión de instalaciones  Lugar: Ocoyoacac, México Fechas: 11 al 15 marzo de 2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Herramientas generales de gestión y de cultura de seguridad en conocimiento de la Coordinación del Centro de Irradiación.</li></ul>
Curso Nacional de Capacitación en Dosimetría y Control de Procesos.  Lugar: Quito, Ecuador Fechas: 29 de abril al 03 de mayo de 2019. Experta: Sandra Eva Pawlak, Centro Atómico Ezeiza	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación de procedimientos y registros necesarios para el control del sistema dosimétrico.</li><li>• Capacitación en la elaboración de curvas de calibración de dosímetros de alanina, cálculo de incertidumbre para futuras calibraciones y cálculo tasas de dosis a distintas distancias del irradiador y también cálculos de uniformidad de dosis.</li></ul>
Curso regional avanzado de capacitación sobre desarrollo, validación y rutina, control de procesos de radiación industria  Lugar: Toluca, México	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacitación en dosimetría de rutina y mapeo de dosis tanto para facilidades de irradiación gamma como para facilidades de e-beam.</li></ul>



## ARCAL

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

Fechas: 11 al 15 noviembre de 2019	
Reunión Final de Coordinación Lugar: Viena, Austria. Fechas: 04 al 06 de diciembre del 2019	<ul style="list-style-type: none"><li>El borrador del Informe final de coordinadores de proyecto, el cual fue sometido a “procedimiento de silencio” hasta el 31 de enero 2020, para recibir comentarios y recomendaciones.</li></ul>

#### 4. DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

A continuación se mencionan las dificultades analizadas en la reunión final de coordinadores del proyecto:

- Limitación regional de recursos (humanos, económicos y de infraestructura).
- Inestabilidad política regional.
- Falta de auditores calificados en todas las normas.
- Gran parte del personal operativo en la región sólo habla español
- Falta mayor concientización de la relevancia e importancia de la implementación de los sistemas integrados de gestión en las instalaciones de irradiación.
- No se cuenta en la región con un laboratorio acreditado de referencia de dosimetría.

#### 5. ANEXOS

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

Tabla indicadores financieros para valorar el aporte de los países al programa ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	2.100
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	NA
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	1.500*
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	NA
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	NA
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	NA



## ARCAL

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

7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	NA
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	NA
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	NA
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	NA
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	4.000
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	1.800
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viáticos interno/externo</li> <li>• Transporte interno/externo</li> </ul>	Máximo EUR 7.500/proyecto	NA
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	100*
<b>TOTAL</b>		<b>9.500,00</b>

Nota (\*): Montos estimados; se ocuparon las instalaciones de la Escuela Politécnica Nacional.



## ARCAL

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

### 5.2 Registro fotográfico

Curso Nacional de Capacitación en Dosimetría y Control de Procesos.  
Quito, 29 de abril al 03 de mayo de 2019



Inauguración del Curso



Durante clases en el Centro de Irradiación



Experta en las instalaciones de Dosimetría  
del Centro de Irradiación



Cierre del evento con entrega de  
Certificados por parte de la Jefatura del  
DCN y Coordinador del Centro de  
Irradiación



## ARCAL

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

Curso Regional Avanzado de capacitación sobre desarrollo, validación y rutina, control de procesos de radiación industrial  
Toluca, México, del 11 al 15 de noviembre de 2019



Reunión Final de Coordinación  
Viena, Austria, del 04 al 06 de diciembre del 2019





RLA2016 Apoyo a la formulación de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Subregional – Fase II"

Presentar un resumen de la participación en el proyecto:

- a) Participación del coordinador de proyecto en reuniones de coordinación, talleres, grupos de trabajo, etc.

Durante el año 2018, por parte de la Coordinación del proyecto no se participó en reuniones de coordinación, talleres o grupos de trabajo.

- b) Participación de sus colaboradores en reuniones, talleres, grupos de trabajo, etc.

Durante el año 2018, y en base a la planificación del proyecto, la participación de los profesionales en las actividades programadas se resume a continuación:

Fecha	Actividad	Actividad	Objetivos	Entidad/País responsable de la logística	Observaciones
Febrero 2018	Reunión virtual	Reunión Virtual preparatoria para recopilar información	Definir el año base y el alcance del estudio, y la información necesaria	Países participantes	Participación del Ing. Ángel Echeverría
Marzo 2018	Reunión presencial	Reunión para definir y desarrollar escenarios subregionales socio-económicos	Definir los supuestos socio- económicos. Definir los supuestos para los estudios de análisis de la demanda de energía. Modelar el año base del estudio en MAED	República Dominicana	Participación del Ing. Ángel Echeverría
Mayo 2018	Reunión presencial	Taller para preparar los estudios de demanda de energía sub-regional Desarrollo de los estudios sub-regionales	Desarrollar el escenario de referencia de evolución de la demanda de energía. Definir el contenido del reporte final y los responsables de cada capítulo	Nicaragua	Participación del Ing. Jorge Mendieta
Mayo a Agosto 2018	Trabajo en cada país	Desarrollar casos de estudio de demanda de	Desarrollar los casos nacionales de análisis de la demanda de energía	Países Participantes	Participación del Ing. Jorge



## ARCAL

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

		energía a nivel subregional			Mendieta
Septiembre 2018	Reunión presencial	Taller para presentar y discutir los estudios de demanda subregionales	Presentar los estudios nacionales de demanda de energía. Definir el contenido del reporte por subregiones	Uruguay	Participación del Ing. Jorge Mendieta
Octubre 2018	Reunión presencial	Entrenamiento regional sobre estudios avanzados de oferta de energía	Capacitar los equipos nacionales para modelar aspectos avanzados del sistema de suministro de energía. Desarrollar los casos nacionales de referencia con vista a los estudios sub-regionales	Guatemala	Por el proceso de fusión del nuevo MERNNR, no existió la autorización para la participación de personal de la institución.

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

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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	3500
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0



8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	1500
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	1000
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
TOTAL		6000

No se incluyen valores, ya que los valores que fueron asumidos por la AIEA para la participación de los profesionales del MERNR en los talleres de República Dominicana, Honduras y Uruguay, fueron manejados directamente por la misma Agencia.

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

Dentro de las Actividades desarrolladas en el Proyecto RLA2016, se participó en tres talleres realizados en: República Dominicana, Managua-Nicaragua y Montevideo-Uruguay, mismos que permitieron entre otras cosas lo siguiente:

- Desarrollar y presentar ante los delegados de los países de América Latina y el Caribe; y, del Organismo Internacional de Energía Atómica, -IOEA, los resultados de los estudios de los dos escenarios de demanda de energía “Sol Andino” (Nacional) e INCA (Integración de las Naciones de la Comunidad Andina integrado por Chile, Colombia y Ecuador) usando el modelo MAED para el periodo 2015- 2050 en dos escenarios:
- Compartir experiencias en el desarrollo de estudios energéticos con otros países de América Latina y el Caribe, identificando las diferentes estrategias que adoptó cada país para una misma problemática.
- Establecer contactos entre profesionales de los países participantes, con la finalidad de buscar apoyo en modelaciones energéticas específicas y aplicables en el Ecuador.
- Disponer de criterios de diagnóstico suficientemente confiables y aceptados internacionalmente.
- Considerar en la planificación energética nuevos conceptos y metodologías.
- Adquirir y reforzar conocimientos técnicos de expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica que permitan realizar de mejor manera la modelación de escenarios de demanda energética con base a los compromisos internacionales asumidos por el país en las reuniones y talleres previos.
- Disponer de herramientas de modelación para la planificación integral (energética, ambiental, económica y financiera), cuyos resultados permiten contrastar datos y analizar tendencias.



## ARCAL

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

- Analizar el impacto en los planes de energéticos de mediano y largo plazo, y del ajuste de variables sensibles del modelo, con la finalidad de que sirvan de base para la definición de políticas para incentivar la inversión y promover la sostenibilidad del sector energético.
- El modelo MAED, así como las contribuciones de los expertos impartidas en los talleres fueron transmitidas a un grupo de profesionales (conformado por tres hombres y una mujer) de la Dirección de Análisis y Prospectiva Energética del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, hoy parte del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR).

### 3.- RESULTADOS,

El proyecto RLA2016, permitió realizar los estudios de demanda de energía para el periodo 2015- 2050 en dos escenarios: Sol Andino (Nacional) e INCA (Integración de las Naciones de la Comunidad Andina, compuesto por Chile, Colombia y Ecuador).

Los estudios de demanda fueron exitosos y presentados en un informe desarrollado conjuntamente con los delegados de Chile y Colombia, el cual está siendo revisado por la OIEA.

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

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

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, actualmente parte del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, designó a dos profesionales para liderar y participar en el desarrollo de los estudios de oferta y demanda de energía dentro del Proyecto RLA2016, sin embargo, es necesario involucrar a más profesionales con la finalidad de recopilar y procesar información que producen el sector de hidrocarburos, minería, transporte, agricultura y ganadería, acuicultura y pesca, industrias y productividad, e información demográfica y de empleo que produce el INEC, producto interno bruto y los valores agregados por industria que produce el Banco Central del Ecuador.

Es necesario un mayor grado de detalle de la información requerida para desarrollar los estudios energéticos con la finalidad de mejorar la determinación de Intensidades Energéticas, la eficiencia energética y contar con directrices claras respecto de la penetración de nueva tecnología o de sustitución de energéticos en el país.

Ecuador no pudo concretar la participación de su delegado al Taller de capacitación del modelo MESSAGE realizado en Guatemala en el mes de Octubre de 2018, por no contar con la autorización de las autoridades y en razón del proceso de fusión del Ministerio de Electricidad (MEER) al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR).

Finalmente el ejercicio de planificación permitió identificar algunas dificultades y realizar varias recomendaciones:

1. Conformar y fortalecer un grupo de trabajo, con delegados de los ministerios e instituciones relacionadas con la finalidad de trazar hojas de ruta con metas definidas y concretas a nivel sectorial e intersectorial para la consecución de la planificación energética a nivel nacional.
2. Coordinar con los delegados de los ministerios y entidades relacionadas la entrega de datos e información necesaria para realizar los estudios de oferta y demanda de energía a nivel nacional.



3. Levantar procesos y elaborar manuales para cada una de las etapas de la planificación energética
4. Establecer y asegurar recursos físicos, de personal, de equipos y económicos que demande el funcionamiento de las áreas de planificación energética.
5. Revisar y analizar detenidamente la información de los Balances Energéticos del País con la finalidad de que se realicen los ajustes necesarios, en razón de que existe discrepancias en el uso de un determinado energético entre un año y otro, y de manera complementaria lograr un mayor grado de detalle del consumo de la energía y usos finales.
6. Siendo el sector transporte el de mayor demanda de energía, es necesario que los ministerio rectores, defina y expidan políticas y estrategias encaminadas a incrementar la eficiencia energética, reducir el uso de los combustibles fósiles y lograr una mayor penetración de vehículos eléctricos o híbridos, tanto en el sector de transporte de pasajeros como en el de carga.
7. Mantener el fortalecimiento en conocimientos de nuevas metodologías y en el manejo de herramientas computacionales del recurso humano; apoyándose especialmente en la AIEA.
8. Que exista el apoyo de la AIEA para generar capacitaciones de MAED y MESSAGE en Ecuador, a fin de fortalecer las capacidades.

## RLA5068 Improving Yield and Commercial Potential of Crops of Economic Importance

### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe Anual de Coordinadores de Proyecto se centra en el marco del proyecto RLA5068, “Improving Yield and Commercial Potential of Crops of Economic Importance (ARCAL CL)”, del cual como contraparte del Proyecto (CP) es el Ing. Javier Alberto Garófalo Sosa, investigador del Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- INIAP.

En 2019, del 17 al 22 de junio en Bogotá, Colombia, la Ingeniera Johanna Buitrón (Técnica del Departamento de Biotecnología, EESC) participó en el “Regional Training Course On Gene Expression Analysis Using RNA\_Seq Technology for Genetic Improvement of Mutant Crops. Adicionalmente, del 15 al 19 de julio, en la ciudad de Heredia y San Isidro de El General, Costa Rica, los ingenieros Ing. Javier Garófalo (CP) y Javier Norona (Investigador del Programa de Cereales, EESC), participaron en el curso “Regional Training Course on Farmer Participation in Variety Selection Approach in Plant Mutation Breeding for Important Crops. Adicionalmente, del 16 al 20 de septiembre, recibimos la misión del experto por parte del Dr. Sergio de los Santos, que trató sobre provide advice on molecular biology related activities in barley. En el 2019 la fase de investigación y evaluaciones participativas se implementó en tres localidades ubicadas en las provincias de Pichincha y Tungurahua. Al finalizar el ciclo se seleccionaron la mejor línea que presentó buenas características agronómicas. Adicionalmente se realizó incrementó de semilla y avance generacional de M6 a M7.



ARCAL

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

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	10000.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
9. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
10. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	4000.00
Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	4000.00
Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	1500.00
Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	5000.00
TOTAL		24500.00



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

Las actividades desarrolladas en el presente proyecto en 2019, nos permiten identificar evaluar y seleccionar líneas mutantes de cebada M6 en campos de agricultores. Adicionalmente se evaluado las características agronómicas y reacción a enfermedades. La participación de los agricultores en los procesos de selección de material es importante, ya que permite que identificar las preferencias en los materiales promisorios.

## 3.- RESULTADOS

Evaluación de agronómica y reacción a enfermedades de líneas mutantes de cebada de una población M5. EESC-INIAP.

### Antecedentes

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz (FAO, 2018). La razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones (Canal, 2012), difundida ampliamente en el callejón Interandino entre los 2400 y 3500 metros de altitud (Falconí et al., 2013). En el Ecuador, según las estadísticas del INEC (2016), la superficie dedicada al cultivo de cebada fue 19 mil hectáreas con una producción anual de 25 mil toneladas. Según INEC (2016), las importaciones superan 16 mil t año<sup>-1</sup>, el cultivo se encuentra distribuido en todas las provincias de la Sierra, las provincias con mayor área sembrada son Chimborazo (6,632 ha), Pichincha (3,735 ha), Carchi (2,316 ha), Cotopaxi (2,144 ha) e Imbabura (1,931 ha).

En una perspectiva global, las enfermedades fúngicas son las principales causas de la reducción en el rendimiento en trigo y cebada. Entre éstas, las enfermedades causadas por patógenos biotróficos como las royas, las que ocasionan los mayores daños al cultivo, debido a sus características de intensidad y momentos ontogénicos del cultivo en que afecta (Carretero et al., 2012). Por su frecuencia de aparición y severidad en Ecuador, las enfermedades más importantes son: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia hordei*), escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), virus del enanismo amarillo (BYDV) y *Fusarium* spp. (Falconí et al., 2013).

El Programa de Cereales del INIAP, en sus experimentos de rendimiento cuenta con nuevo germoplasma como variedades mejoradas, líneas promisorias y materiales provenientes de introducciones de Centros Internacionales (Alberta Canadá e ICARDA), que serán evaluados para identificar genotipos mejor adaptados, alto rendimiento, resistencia a enfermedades y mejor calidad para la agroindustria.

Los métodos de mejoramiento empleados por el Programada de Cereales son: cruzamientos, introducciones e inducción a mutaciones. Durante el 2018 las investigaciones estuvieron orientadas a evaluar el comportamiento agronómico y resistencia a las principales enfermedades (roya amarilla, roya de la hoja y



escaldadura) de líneas promisoras y/o avanzadas evaluadas en campos experimentales de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP.

### Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico y reacción a enfermedades de líneas mutantes de cebada de una población M5.

### Objetivo Específico

- Identificar al menos una línea mutante de la población M5 de cebada (*Hordeum vulgare* L.) que presente alto rendimiento, calidad y resistencia a las principales enfermedades del cultivo.

### Materiales y métodos

Este ensayo se ubicó en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglagua, Estación Experimental Santa Catalina-INIAP-Lote A3-CIP, a 3050 m.s.n.m. El experimento se implementó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 3.6 m<sup>2</sup> (3.0 m x 1.2 m). La distancia de siembra fue de 0.15 m entre líneas a chorro continuo, con una cantidad de 150 kilogramos por hectárea.

La densidad de siembra fue de 150 kg ha<sup>-1</sup>. Al momento de la siembra se aplicó 60 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo, 30 kg de Potasio y 20 kg de Azufre, a través de 150 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante compuesto (18-46-0) y 150 kg ha<sup>-1</sup> de Sulpomag. Posteriormente al macollamiento se aplicó 50 kg ha<sup>-1</sup> de Urea y 15 g ha<sup>-1</sup> de Matancha® (Metsulfuron-metil) como herbicida. No se realizaron aplicaciones de agroquímicos para el control de enfermedades, ya que se evalúa el grado de incidencia y severidad de las enfermedades.

Las variables evaluadas fueron: agronómicas (porcentaje de emergencia, vigor, hábito de crecimiento, días a la floración, altura de planta, tipo de paja), resistencia a enfermedades, rendimiento, peso hectolítrico y parámetros de calidad de grano.

Los datos recopilados fueron analizados con el Programa Estadístico InfoStat versión Profesional 2017. Se realizaron los análisis de: DMS 0.5% y análisis de varianza (ANOVA).

### Resultados

- Evaluación agronómica y selección participativa de tres materiales mutantes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en tres localidades de la Sierra ecuatoriana.

### Introducción.

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz (FAO, 2018). La razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su



diversidad de aplicaciones (Canal, 2012), difundida ampliamente en el callejón Interandino entre los 2400 y 3500 metros de altitud (Falconí *et al.*, 2013). En el Ecuador, según las estadísticas del INEC (2016), la superficie dedicada al cultivo de cebada fue 19 mil hectáreas con una producción anual de 25 mil toneladas. Según INEC (2016), las importaciones superan 16 mil t año<sup>-1</sup>, el cultivo se encuentra distribuido en todas las provincias de la Sierra, las provincias con mayor área sembrada son Chimborazo (6,632 ha), Pichincha (3,735 ha), Carchi (2,316 ha), Cotopaxi (2,144 ha) e Imbabura (1,931 ha).

El Ecuador presenta un rendimiento de granos por superficie cosechada de 1.4 t ha<sup>-1</sup> mientras que los diez países con mayor rendimiento presentan un promedio 6.7 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2016). El mejoramiento genético en cebada en el Ecuador es necesario para aumentar el rendimiento en este cultivo. Con una variedad de alto rendimiento se optimiza las áreas de producción, al generar mayor producción agrícola en una menor superficie.

En una perspectiva global, las enfermedades fúngicas son las principales causas de la reducción en el rendimiento en trigo y cebada. Entre éstas, las enfermedades causadas por patógenos biotróficos como las royas, las que ocasionan los mayores daños al cultivo, debido a sus características de intensidad y momentos ontogénicos del cultivo en que afecta (Carretero *et al.*, 2012). Por su frecuencia de aparición y severidad en Ecuador, las enfermedades más importantes son: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia hordei*), escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), virus del enanismo amarillo (BYDV) y *Fusarium* spp. (Falconí *et al.*, 2013).

En la actualidad el Programa de Cereales del INIAP, en sus ensayos de rendimiento cuenta con germoplasma proveniente del mejoramiento a través de la inducción de mutaciones, que serán evaluados en diferentes localidades, para determinar su adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, preferencia de los agricultores; para identificar genotipos mejor adaptados, alto rendimiento, resistencia a enfermedades y mayor calidad para la agroindustria.

Los métodos de mejoramiento empleados por el Programa de Cereales son: cruzamientos, introducciones, mutación, adaptación y selección. Durante el 2018 las investigaciones estuvieron orientadas a evaluar el comportamiento agronómico y resistencia a las principales enfermedades (roya amarilla, roya de la hoja y escaldadura) de líneas promisoras y/o avanzadas evaluadas en campos experimentales de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP y zonas cebaderas. Adicionalmente se generaron diferentes poblaciones segregantes de cebada. Se refrescó e incremento semilla de categoría “básica y fitomejorador” de las variedades mejoradas.

## Objetivos

### Objetivo general

Identificar materiales mutantes de cebada (*Hordeum vulgare* L.), que presente alto rendimiento, calidad y resistencia a las principales enfermedades del cultivo evaluados en tres localidades de las provincias de Pichincha y Tungurahua

### Objetivo específico

- Seleccionar un material mutante de cebada resistente a enfermedades, de alto rendimiento y calidad.
- Seleccionar participativamente con los agricultores un material mutante de cebada.

## Materiales y métodos



El ensayo estuvo conformado por tres materiales mutantes de cebada y los testigos progenitores (Tabla 1).

Tabla 1. Materiales cebada que conforman el ensayo.

N°	Código	Pedigree
1	INIAP CAÑICAPA 2003	-
2	E-CMU-10-001	Cañicapa 150 grays
3	E-CMU-10-002	Cañicapa 250 grays
4	E-CMU-10-003	Rita Pelada 150 grays
5	RITA PELADA	-

El ensayo de investigación se implementó en tres localidades ubicadas en dos provincias de la Sierra ecuatoriana (Tabla 2).

Tabla 2. Localidades donde se implementaron los ensayos

N°	Localidad	Parroquia	Cantón	Provincia
1	Aibonito	Tocachí	Pedro Moncayo	Pichincha
2	EESC	Cutuglahua	Mejía	Pichincha
3	Ciudad Nueva	La Matriz	Pelileo	Tungurahua

Los experimentos se implementaron bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de  $3.6 \text{ m}^2$  ( $3.0 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$ ). La distancia de siembra fue de 0.15 m entre líneas a chorro continuo, con una cantidad de 150 kilogramos por hectárea.

La densidad de siembra fue de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ . Al momento de la siembra se aplicó 60 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo, 30 kg de Potasio y 20 kg de Azufre, a través de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante compuesto (18-46-0) y  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de Sulpomag. Posteriormente al macollamiento se aplicó  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de Urea y  $15 \text{ g ha}^{-1}$  de Matancha® (Metsulfuron-metil) como herbicida. No se realizaron aplicaciones de agroquímicos para el control de enfermedades, ya que se evalúa el grado de incidencia y severidad de las enfermedades.

Las variables evaluadas fueron: agronómicas (porcentaje de emergencia, vigor, hábito de crecimiento, altura de planta, tipo de paja), resistencia a enfermedades, rendimiento, peso hectolítrico y parámetros de calidad de grano.

Los datos recopilados fueron analizados con el Programa Estadístico InfoStat versión Profesional 2019. Se realizaron los análisis de: DMS 0.5% y análisis de varianza (ANOVA).

## Resultados



En la Tabla 3, en la variable rendimiento se observa alta significancia para materiales y ninguna significancia para localidades y para la interacción localidad por material; con un coeficiente de variación de 24.08% y un promedio de 2.69 t ha<sup>-1</sup>. En la variable peso hectolítrico, se observó alta significancia estadística para localidad y material, y significancia estadística para la interacción localidad por material; con un promedio de 2.24% y un promedio de 62.5 kg hl<sup>-1</sup>. se observa alta significancia estadística para las variables de rendimiento y peso hectolítrico.

Tabla 3. Adeva para rendimiento y peso hectolitrico en evaluación de mutantes de cebada en tres localidades.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	
		Rendimiento t ha <sup>-1</sup>	Peso hectolítrico (kg hl <sup>-1</sup> )
Total	44		
Localidad	2	0.004 n.s.	652.49 **
Repeticiones dentro de localidad	6	0.6	2.79
Material	4	2.09 **	147.8 **
Localidad*Material	8	0.8 n.s.	8.03 *
Error	24	0.42	1.96
CV (%)		24.08	2.24
Promedio		2.69	62.5

Los materiales presentaron un comportamiento promedio igual en las tres localidades (Tabla 4), con un promedio de 2.68 t ha<sup>-1</sup>. En la variable peso hectolítrico, se observó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango las localidades de Tungurahua y Tabacundo; mientras que en el segundo rango se ubicó la localidad EESC.

Tabla 4. Promedios y Fisher al 5% de rendimiento y peso hectolitrico por localidades en evaluación de mutantes de cebada.

Localidad	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>		Peso hectolítrico (kg hl <sup>-1</sup> )
EESC	2.69	57.84	b
Tabacundo	2.67	67.16	a
Tungurahua	2.7	63.12	a



En la Tabla 5, para la variable rendimiento, se observa que el material E-CMU-10-002, presentó el mayor valor con 3.12 t ha<sup>-1</sup>, mientras que el valor más bajo es 1.98 t ha<sup>-1</sup>. En cambio, que en la variable peso hectolítrico el valor más alto fue para el material Rita Pelada con 70.47 kg hl<sup>-1</sup>.

Tabla 5. Promedios y Fisher al 5% para rendimiento y peso hectolitrico en evaluación de mutantes de cebada en tres localidades.

Material	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>		Peso hectolítrico (kg hl <sup>-1</sup> )	
E-CMU-10-001	2.93	ab	62.63	b
E-CMU-10-002	3.12	a	61.2	b
E-CMU-10-003	2.4	bc	56.84	c
INIAP-CAÑICAPA 2003	3.01	ab	61.37	b
RITA PELADA	1.98	c	70.47	a

En la Tabla 6 y Tabla 7 se observa los valores promedios de las variables evaluadas en los materiales mutantes y diferentes localidades. El promedio general de vigo es de 1 (bueno), hábito de crecimiento 2 (Semierecto), altura de planta 108 cm y tipo de paja 1 (bueno).

Tabla 6. Valores promedios de variables agronómicas de materiales mutantes de cebada evaluadas en tres localidades.

Material	Promedio			
	Vigor	Hábito	Altura planta (cm)	Tipo paja
E-CMU-10-001	1	2	108	1
E-CMU-10-002	1	2	110	1
E-CMU-10-003	1	1	109	2
INIAP-CAÑICAPA 2003	1	2	112	1
RITA PELADA	2	2	102	1
Promedio General	1	2	108	1

En la Tabla 7, se observa la reacción de enfermedades promedio de los materiales mutantes en las diferentes localidades. La mayor severidad se observó en *P. striiformis* con un valor promedio de 26%, seguido por *P. hordei* con 13%. Para el resto enfermedades se observó valores bajos de incidencia.

Tabla 7. Valores promedios de reacción a enfermedades en materiales de cebada evaluadas en tres localidades.

Código	Promedio				
	<i>P.striiformis</i> Hoja	<i>P.striiformis</i> Espiga	<i>P. hordei</i>	BYDV	<i>R. secales</i>



E-CMU-10-001	25	10	13	1	5
E-CMU-10-002	28	11	11	1	5
E-CMU-10-003	23	9	13	1	4
INIAP-CAÑICAPA 2003	27	5	8	1	5
RITA PELADA	26	5	21	2	5
Promedio General	26	8	13	1	5

Adicionalmente a las evaluaciones agronómicas y reacción a enfermedades, se realizó la evaluación participativa de los materiales mutantes de cebada. En la Tabla 8 se observó que el material de mayor aceptación y seleccionada por los agricultores fue la E-CMU-10-003, seguido por el material parental INIAP-CAÑICAPA 2003. El material parental RITA PELADA, fue la de menor aceptación.

Tabla 8. Preferencia de los materiales mutantes de cebada por parte de los agricultores.

Pedigree	Valoración por agricultor																	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
E-CMU-10-003	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	1	69
INIAP CAÑICAPA 2003	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	61
E-CMU-10-002	5	5	5	1	1	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	45
E-CMU-10-001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	5	5	5	5	41
RITA PELADA	1	1	1	5	1	1	1	5	5	1	5	1	1	1	1	1	1	33

En la Tabla 9 se observa los criterios positivos de los agricultores referente a los materiales evaluados. Lo que más le llama la atención al agricultor es el buen grano y una altura normal de planta.

Tabla 9. Criterios positivos por parte de los agricultores en la evaluación participativa.

Característica	Sumatorio
Buen grano	9
Altura normal	6
Mayor cantidad de espigas	4
Buena Espiga	4
Uniformidad	3
Resistencia en los tallos	2
Esta mejor	2
Grano uniforme	2
Mayor cantidad de granos en la espiga	2
Buen tallo	2
Tiene mayor cantidad de tallos	1
Planta alta	1



En la Tabla 10 se observa los criterios negativos de los agricultores referente a los materiales evaluados. Lo que no les gusta de los materiales evaluados, es que observaron tallos débiles y presencia de plagas y enfermedades.

Tabla 10. Criterios negativos por parte de los agricultores en la evaluación participativa.

Característica	Total
Debilidad Tallos	11
Presencia de Plagas	9
Poco rendimiento	6
Granos pequeños	4
Poco Uniforme	4
Tallo Pequeño	3
Espiga pequeña	3
No tiene granos	2
No me gusta	2
Espiga delgada	2
Ralo	2
Grano cubierto	2

- "Caracterización molecular de líneas mutantes de cebada del INIAP"

Los materiales mutantes de cebada, presentan una particularidad, con relación al progenitor, la cual consiste en la pérdida de la característica de grano desnudo; pero los mutantes presentan un mejor tipo de paja, resistente al acame. En base a esta particularidad se planteó realizar una caracterización molecular de las líneas mutantes de cebada que presentan esta característica, que son 5 líneas, para determinar la afectación del gen relacionado con la característica de grano desnudo. Este trabajo se tiene previsto iniciar en marzo y culminar a finales del 2020.

Avance generacional de M5 a M6

En los campos experimentales de la EESC se realizó el avance generación de la población M6 para M7. El total de líneas que se dispone para la población M7 es de 3 líneas; de las cuales para el ciclo 2020 se realizarán nuevas evaluaciones y selecciones participativas en campos de agricultores.

Conclusiones.



Al finalizar el ciclo 2019 se han identificado y seleccionado participativamente una línea mutante de cebada con rendimiento superior a los testigos mejorados, que adicionalmente presenta buena calidad de grano y peso hectólitrico. Los materiales que perdieron su característica de grano desnudo, servirán para realizar estudios de caracterización molecular. La semilla obtenida de los avances generacionales, permitirán tener material vegetativo para seguir con los ensayos de investigación en el año 2020.

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

Hasta el momento no se han presentado dificultades o problemas que impacten negativamente el desarrollo del proyecto.

RLA5069 Improving Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment

#### INTRODUCCIÓN

El proyecto RLA 5069 “Improving Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment (ARCAL CXLII)”, en el Ecuador las actividades han venido siendo desarrolladas por el Laboratorio de Análisis Químico de Contaminantes Orgánicos de la Dirección de Aplicaciones Nucleares de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares del Ministerio Energía y Recursos Naturales No Renovablesde y con la participación del Laboratorio de Análisis de Residuos de plaguicidas de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, AGROCALIDAD.

La gestión en el año 2019 se ha caracterizado por reforzar las actividades de socialización del Proyecto aplicando el plan de acción de la estrategia de comunicación establecidas en coordinación con los involucrados (centro de salud) con el fin de facilitar el apoyo de las personas que viven en el sector donde se realiza el estudio de monitoreo de COPs.

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

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

Código de proyecto	Tipo de evento Lugar-Fecha	Nombre Participante	Institución
RLA/5069“Improving Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment (ARCAL CXLII).”	Taller sobre “ Comunicación del Riesgo asociado con Contaminantes Orgánicos Persistentes” Quito – Ecuador 2019 -04-22 – 2019-04-26.	César Ramiro Castro Byron Tipán Andrea Mora	SCAN – MERNNR
RLA/5069“Improving	Taller sobre estadística	César	SCAN –



## ARCAL

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

Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment (ARCAL CXLII).”	aplicada a los resultados de análisis.  Iguazu – Brazil 4-5 mayo -2019.	Ramiro Castro	MERNNR
RLA/5069“Improving Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment (ARCAL CXLII).”	Participación en Ejercicio de Intercomparación de análisis de COPs en Leche, Organizado por el Laboratorio del Servicio Agrícola Ganadero SAG de Chile. Agosto - 2019	Silvana Díaz	AGROCALIDAD
RLA/5069 “Improving Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment	Taller sobre Manejo de Modelo @ Risk para evaluar el riesgo de Contaminantes Orgánicos Persistentes en leche materna. Asunción-Paraguay del 25-29 de noviembre de 2019.	Silvana Díaz	AGROCALIDAD

### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/5069 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	1500
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	



7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	3000
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	1800
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	8000
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	16300
TOTAL		31600

## IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

Proyecto ARCAL RLA/5069 “Improving Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment ” (2016 – 2019)

Se participó en todas los cursos de capacitación organizados bajo el proyecto relacionados a optimizar las metodologías analíticas en el análisis de contaminantes orgánicos persistentes COPs en muestras de agua, suelo y leche materna.

Se elaboró el plan de acción de la estrategia de comunicación Ecuador 2019-2020.

El impacto de las actividades del proyecto realizadas a nivel de país tiende a mejorar la comunicación con los involucrados sobre el objetivo del proyecto. También las acciones realizadas en los talleres permiten mejorar el conocimiento con la finalidad de obtener resultados confiables que contribuirá a mejorar la calidad del medioambiente y reducir la exposición humana a Contaminantes Orgánicos Persistentes COPs. Esto ayudará a establecer una correlación entre la cantidad encontrada y el medio ambiente en que viven las personas que participan como donantes de las muestras de leche materna.

En el caso de monitoreo de COPs en leche materna, las actividades realizadas tienen una alta expectativa de los resultados por el impacto en la población directamente incluida en este estudio.



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

La participación en cursos y talleres han permitido el mejoramiento en la aplicación de herramientas analíticas para el monitoreo de COPs en muestras ambientales y en el ser humano. Ha contribuido a incrementar el grado de cultura mediante la socialización a la población en el lugar donde se realiza el estudio aplicando el plan de acción de la estrategia de comunicación sobre la presencia de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. Comprender la relevancia y sensibilidad de los datos obtenidos y la oportunidad de evaluar el riesgo a la salud por el nivel de contaminantes encontrados en las muestras analizadas.

Se han analizado las muestras de agua y suelo establecidas en el plan aprobado en la reunión de Coordinación del Proyecto. Las muestras de leche materna están siendo analizadas y se espera tener los resultados hasta el segundo trimestre del 2020.

La participación en el ejercicio de intercomparación, permitió evaluar la metodología utilizada en el análisis de COPs por los países participantes del proyecto, los resultados están siendo procesados.

La principal dificultad presentada en el desarrollo de proyecto fue el traslado del laboratorio al nuevo edificio de la Institución, la puesta en marcha de los equipos para análisis tomó aproximadamente tres meses.

RLA5077 Enhancing Livelihood through Improving Water Use Efficiency Associated with Adaptation Strategies and Climate Change Mitigation in Agriculture

## INTRODUCCIÓN

El efecto del cambio del clima es cada vez más fuerte, es así que, en la región andina, el agua es vital para el desarrollo de la vida humana, animal y vegetal. En la agricultura cada vez se promueve el uso del agua de riego para los cultivos, tanto de ciclo corto como perennes, para elevar la producción y mejorar el nivel de vida de los agricultores. Este incremento del riego está ocasionando problemas de uso ineficiente, encontrándose en los agricultores un escaso conocimiento del donde, cuanto y cuando aplicar el riego.

El agricultor que cultiva pastos, hortalizas y frutales, ubicado en las regiones naturales del país, las precipitaciones no son suficientes, debido a esto se encuentra en proceso de innovación tecnológica, siendo un insumo tecnológico importante el riego y debido al desconocimiento del uso adecuado de esta tecnología la producción es baja.

El cultivo de maíz es de los más importantes en la sierra del Ecuador, debido a la gran cantidad de terreno destinado a su producción y al papel que cumple como componente básico en la dieta de la población. El incremento de la producción de esta gramínea depende



en gran parte del uso elevado de insumos y tecnología, lo que afecta el precio de producción afectando la fertilidad del suelo y eficiencia del uso del agua.

La eficiencia en el uso del agua (EUA) depende de las técnicas de irrigación, fertilidad del suelo, variedades de los cultivos y estrategias de conservación del suelo y agua. Dado que grandes cantidades de agua se pueden perder del suelo por evaporación, reducir la evaporación y aumentar la transpiración puede llevar a una mejora potencial en la EUA a nivel de finca. El uso de isótopos estables,  $^{18}\text{O}$  y  $^2\text{H}$ , en agua y vapor de agua puede ayudar a los científicos a evitar las pérdidas por evaporación del suelo o por transpiración de la planta.

El conocimiento del uso de técnicas isotópicas para determinar la evapotranspiración de cultivo, indudablemente es utilizado para aplicar prácticas apropiadas de conservación de agua y suelo tales como la mínima labranza, el uso de coberturas vegetales y sistemas de riego por goteo o aspersión que permitan minimizar las pérdidas por evaporación el suelo bajo un rango de diferentes prácticas de manejo.

También existen técnicas no isotópicas, desde métodos gravimétricos, tensiometría, sonda de neutrones, reflectometría en el dominio temporal (TDR) o frecuencia (FDR). (Frequency Domain Reflectometry), climáticos; hasta modelos de simulación como el Aquacrop de la FAO que pretenden determinar el contenido de agua en el suelo, planta y atmósfera, los cuales sirven para crear escenarios para mejorar los rendimientos en los cultivos e incluso el cambio climático.

En este contexto, el Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) está ejecutando el proyecto RLA/5/077 "Mejora de los Medios de Subsistencia Mediante una Mayor Eficiencia en el Uso del Agua Vinculada a Estrategias de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en la Agricultura" (ARCAL CLVIII), mismo que contempla entre las actividades de investigación la evaluación del efecto del riego y la fertilización química en el cultivo de maíz a través del uso de técnicas isotópicas.

## ÍNDICE

### ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

- 1.- Resumen Ejecutivo.
- 2.- Impacto de las actividades del Proyecto en el país.
- 3.- Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del Proyecto.

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Personal:

Ing. Yamil Cartagena, Ing. José Zambrano, Ing. Mónica Angamarca, Ing. Rafael Parra, Ing. Amparo Condor, Ing. Juan León, Ing. Randon Ortiz.

Actividad 1.



Participación en la Reunión de Coordinación de Mitad del Proyecto RLA 5077, OIEA-2019, Yamil Cartagena.

**1.1. Título del evento**

Reunión de Coordinación de Mitad del Proyecto RLA 5077.

**1.2. Organizadores**

Ministerio de Industria, Energía y Minería, Universidad de la República de Uruguay y el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA).

**1.3. Lugar**

Montevideo - Uruguay.

**1.4. Periodo**

Del 17 al 21 de marzo del 2019.

Nota:

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) presentó la propuesta de investigación en el cultivo de maíz con las técnicas isotópicas de  $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$  y aplicación del Modelo de Simulación AquaCrop para investigar en el uso eficiente del agua.

Actividad 2.

Participación en el Curso de Capacitación, OIEA-2019, Yamil Cartagena.

**2.1. Título del evento**

Curso Regional de Capacitación sobre el Uso del Modelo AquaCrop para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua del Proyecto RLA 5077.

**2.2. Organizadores**

Ministerio de Industria, Energía y Minería, Universidad de la República de Uruguay y el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA).

**2.3. Lugar**

Montevideo - Uruguay.



## 2.4. Periodo

Del 11 al 16 de marzo del 2019.

Nota:

Se adquirieron conocimientos de los parámetros requeridos de clima, suelo, cultivo, agua y manejo para realizar la calibración y parametrización del Modelo de simulación AquaCrop, requeridos para hacer escenarios de uso eficiente del agua, rendimiento y cambio climático.

### Actividad 3.

Evaluación del uso eficiente del agua en el cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad INIAP 101, utilizando los métodos isotópico y convencional (Modelo de simulación Aquacrop).

## 3.1. Objetivos

### 3.1.1. General

Evaluar el uso eficiente del agua en el cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad INIAP 101, utilizando los métodos isotópico y convencional (Modelo de Simulación AquaCrop).

### 3.1.2. Específicos

- Obtener parámetros fenológicos para los métodos isotópico y convencional (Modelo de Simulación AquaCrop), en el cultivo de maíz.
- Determinar la demanda de nutrientes por el cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto de la aplicación del riego en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.
- Calibrar la recomendación de fertilización química para maíz.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

## 3.2. Materiales y Métodos

El experimento tendrá una duración de tres ciclos de cultivo iniciándose en el año 2018, el cual se implementó en el lote B2A de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cuya ubicación geográfica se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Ubicación política y geográfica. EESC - Pichincha, 2019.

Ubicación	Localidad
Provincia	Pichincha
Cantón	Quito
Parroquia	Mejía
Sitio	Cutuglagua



Altitud	3059 m.s.n.m.
Latitud	78° 33' 18'' S
Longitud	00° 22 ' 01'' O

Se realizó el análisis químico de suelos de la localidad en estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Reporte del análisis químico de suelos. EESC - Pichincha, 2019.

Nutriente	Valor	Interpretación	Unidad
N	39.00	M	mg kg <sup>-1</sup>
P	65.00	A	mg kg <sup>-1</sup>
S	9.80	B	mg kg <sup>-1</sup>
K	0.05	A	meq 100ml <sup>-1</sup>
Ca	6.33	M	meq 100ml <sup>-1</sup>
Mg	0.68	B	meq 100ml <sup>-1</sup>
Zn	3.00	M	mg kg <sup>-1</sup>
Cu	7.90	A	mg kg <sup>-1</sup>
Fe	276.00	A	mg kg <sup>-1</sup>
Mn	5.70	M	mg kg <sup>-1</sup>
B	0.90	B	mg kg <sup>-1</sup>
pH	5.17	A	
MO	9.70	M	%

A=Alto, M=Medio, B= Bajo y A=Ácido.

En este experimento se estudiaros los factores, riego y fertilización química (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Riego.

Riego	Descripción
r1	Con riego
r2	Sin riego

En el factor riego se utilizó el balance hídrico de la FAO, el cual considera las entradas (Precipitación efectiva y Riego) y la salida (Evapotranspiración del cultivo) (Dorembos & Pruitt, 1990; Allen, 2006).

$$B_H = \Delta_s + P_e + R - ET_C$$

Donde:

B<sub>H</sub> = Balance hídrico (mm).

Δ<sub>s</sub> = Variación de la humedad del suelo (mm).

P<sub>e</sub> = Precipitación efectiva (mm).

R = Riego (mm).

ET<sub>c</sub> = Evapotranspiración del cultivo (mm).

Tabla 4. Fertilización química.



Fertilización química	Descripción (%)
f1	100
f2	50
f3	0

Para el factor fertilización química se utilizó la tabla guía de recomendación de fertilización química para el cultivo de maíz del INIAP (Tabla 5).

Tabla 5. Recomendaciones de fertilización para maíz.

Análisis de Suelo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
	(kg ha <sup>-1</sup> )			
Bajo	80 - 120	60 - 80	40 - 60	20 - 30
Medio	60 - 80	40 - 60	20 - 40	10 - 20
Alto	20 - 60	0 - 40	0 - 20	0 - 10

Las dosis de fertilización química para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y S para los tratamientos en estudio se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Dosis de fertilización química.

Fertilización química	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
	(kg ha <sup>-1</sup> )			
f1	76	40	20	22
f2	38	20	10	11
f3	0	0	0	0

Como resultado de la interacción de los factores riego y fertilización química se tuvieron 6 tratamientos en estudio, que se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Riego	Fertilización química
1	r1	f1
2	r1	f2
3	r1	f3
4	r2	f1
5	r2	f2
6	r2	f3

Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida en bloques completamente al azar (DPDBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones, obteniéndose como total 24 unidades experimentales. En la Parcela Grande (PG) se ubicó el factor riego (con y sin riego) y en la Sub Parcela (SP) se aplicó el factor fertilización química (100%, 50% y 0% de la recomendación de fertilización química). Se aplicó la prueba de medias de DMS para los tratamientos.



El tamaño de la parcela fue de 39.2 m<sup>2</sup> (7.0 m de largo por 5.6 m de ancho); la distancia entre líneas de 0.8 m y entre plantas de 0.5 m, obteniéndose una densidad de 50000 plantas por hectárea.

El material biológico utilizado fue semilla de maíz de la variedad INIAP 101.

Las fuentes fertilizantes utilizadas fueron urea, superfosfato triple, cloruro de potasio y azufre de mina. Se colocaron a chorro continuo al fondo del surco y después se procedió a taparlo con una capa delgada de suelo. Se realizaron tres fraccionamientos, al momento de la siembra, medio aporte y aporte del cultivo.

Las variables evaluadas fueron rendimiento al 14% de humedad y extracción de nutrientes (muestras a los 35, 63, 106, 133, 174, 211 y 244 días después de la siembra).

La extracción de nutrientes se modeló utilizando una regresión logística normal con la siguiente fórmula:

$$Y = \frac{\alpha}{1 + \beta \times e^{(-\gamma \times t)}}$$

Donde:

Y = Extracción de nutrientes en el tiempo.

$\alpha$  = Valor límite de extracción de nutrientes.

$\beta$  = No tiene significado biológico y solo toma lugar en el tiempo inicial  $t = 0$ .

$\gamma$  = Tasa de la constante que determina la amplitud de la curva.

t = Tiempo.

### 3.3. Resultados

#### Ciclo agrícola 2018-2019

##### 3.3.1. Riego

La precipitación efectiva durante los 250 días de duración del cultivo fue de 1133 mm, la cual no se distribuyó uniformemente en los meses de diciembre y enero. En tanto que la evapotranspiración del cultivo de maíz fue de 546 mm. Al realizar el balance hídrico se tuvo un exceso de humedad y solo se aplicaron tres riegos de auxilio con un total de 25 mm (Figura 1).

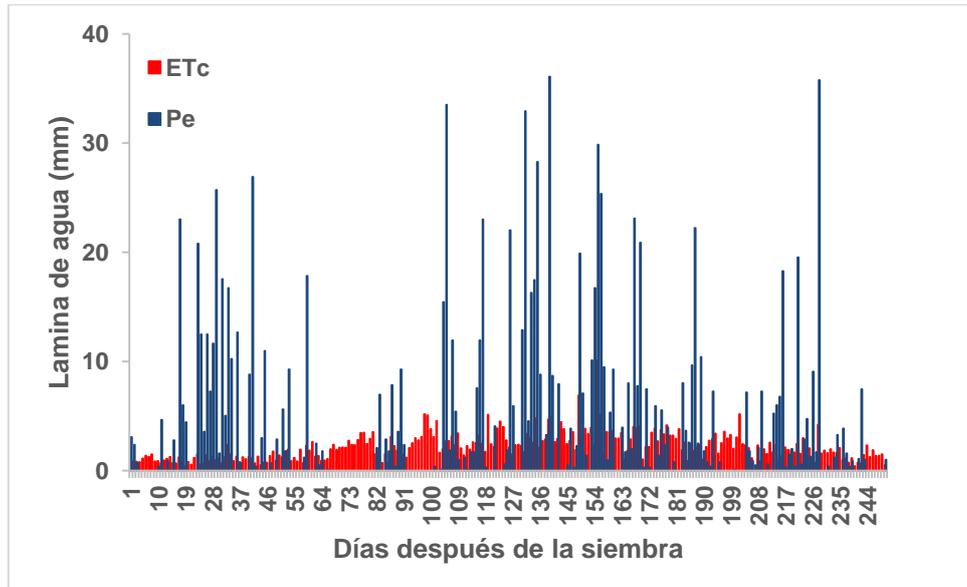


Figura 1. *Precipitación efectiva y evapotranspiración en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.*

3.3.2. Rendimiento

El análisis de la varianza para el rendimiento de maíz, variedad INIAP-101, presentó diferencias estadísticas significativas al 1% para riego y no se encontró diferencias estadísticas para fertilización química y la interacción. El coeficiente de variación es aceptable para esta investigación (Tabla 8).

Para el tratamiento del riego, la prueba de DMS, mostró en el primer rango al tratamiento r1 (con riego) con rendimiento de 3.63 t ha<sup>-1</sup> y en el segundo rango al tratamiento r2 (sin riego) con un rendimiento de 2.66 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 9), indicando que existe una respuesta del maíz a la aplicación del agua de riego, con un 30% de incremento en el rendimiento.

Tabla 8. *Análisis de varianza para rendimiento en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Bloques	3	0.89 *
Riego	1	5.58 *
Error (a)	3	2.55
Fertilización química	2	1.15 NS
Riego x Fertilización	2	0.19 NS
Error (b)	12	0.61
Total	23	
CV (%)	24.85	



Promedios ( $t\ ha^{-1}$ ) 3.14

\* = Significativo, NS = No significativo y CV = Coeficiente de variación.

Tabla 9. Prueba de DMS para el riego en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.

Riego	Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ )
r1	3.63 a
r2	2.66 b

Los promedios de los tratamientos con la aplicación de la fertilización química (Tabla 10), fueron similares, incrementándose el rendimiento en un 21% entre el tratamiento f1 (0% fertilización química) y el f3 (100% fertilización química).

Los promedios de las interacciones de riego por la fertilización química (Tabla 11), mostraron que el tratamiento 1 (con riego y 100% fertilización química) tuvo el mayor rendimiento con  $3.99\ t\ ha^{-1}$  de maíz.

Tabla 10. Promedios para las fertilizaciones químicas en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.

Fertilización química	Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ )
f1	3.54
f2	3.10
f3	2.78

Tabla 11. Promedios para la interacción de riego por la fertilización química en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.

Tratamientos	Riego	Fertilización química	Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ )
T1	r1	f1	3.99
T2	r1	f2	3.76
T3	r1	f3	3.13
T4	r2	f1	3.09
T5	r2	f2	2.45
T6	r2	f3	2.44

### 3.3.3. Extracción de nutrientes



La extracción de nutrientes en los tratamientos 1, 2 y 3 fue mayor para los macronutrientes (Tabla 12) y para los micronutrientes como Bo, Cu y Mn (Tabla 13), siendo un efecto muy notorio a la aplicación del agua de riego y fertilizantes edáficos en el cultivo de maíz.

Tabla 12. Extracción de macronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.

Tratamientos	Extracción de macronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	142.63	28.52	201.23	32.05	15.32	13.44
T2	141.29	27.99	194.23	31.07	14.69	12.76
T3	140.89	26.91	190.85	31.75	14.59	12.47
T4	120.84	20.91	148.79	23.18	11.52	9.95
T5	106.44	19.81	152.68	25.47	12.09	10.21
T6	93.13	16.87	132.65	23.65	10.55	8.62

Tabla 13. Extracción de micronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.

Tratamientos	Extracción de micronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )				
	Bo	Zn	Cu	Fe	Mn
T1	0.04	0.99	0.07	1.02	0.54
T2	0.03	0.99	0.06	1.13	0.46
T3	0.03	0.99	0.05	0.99	0.47
T4	0.02	0.99	0.05	0.97	0.39
T5	0.02	0.99	0.05	1.07	0.49
T6	0.02	0.99	0.05	0.82	0.38

El modelo logístico normal, presentó para los macronutrientes con los tratamientos en estudio una fase lineal hasta los 50 días después de la siembra, la fase exponencial desde los 50 hasta 180 días después de la siembra y la fase final inicia a los 180 días después de la siembra (Figura 2).

En los micronutrientes el zinc es el único elemento que presenta las tres fases en distintos días después de la siembra de los descritos anteriormente (Figuras 3).

En las tablas 14 y 15 se presentan los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  que mejor ajustan el modelo logístico normal para los macro y micro nutrientes.

Tabla 14. Parámetros del modelo logístico normal ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), para macronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.

Tratamientos	p	Macronutrientes					
		N	P	K	Ca	Mg	S
	$\alpha$	144.1	29.01	203.2	32.56	15.63	13.72



T1	$\beta$	450.5	1213.7	251.3	333.3	556.7	455.8
	$\gamma$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.041
	$\alpha$	144.2	29.26	204.5	32.13	15.25	13.50
T2	$\beta$	187.6	396.1	64.09	182.5	402.5	170.1
	$\gamma$	0.03	0.03	0.02	0.03	0.038	0.03
	$\alpha$	151.1	28.26	197.3	33.07	15.70	13.31
T3	$\beta$	124.4	930.9	164.5	369.4	373.9	320.8
	$\gamma$	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
	$\alpha$	170.4	23.60	160.9	24.17	12.76	11.40
T4	$\beta$	38.56	122.5	42.34	56.57	103.1	69.74
	$\gamma$	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	$\alpha$	146	22.45	171.5	27.07	13.48	11.89
T5	$\beta$	40.68	99.19	38.12	84.19	160	79.69
	$\gamma$	0.019	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	$\alpha$	121	18.32	217	25.79	11.43	9.98
T6	$\beta$	83.52	353.4	50.32	292.7	705.3	197.6
	$\gamma$	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02

Tabla 15. Parámetros del modelo logístico normal ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), para micronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101. EESC - Pichincha, 2019.

Tratamientos	p	Micronutrientes				
		Bo	Zn	Cu	Fe	Mn
T1	$\alpha$	0.04	0.99	0.07	1.02	0.55
	$\beta$	2124.5	1.68E15	1105.9	6851	542.2
	$\alpha$	0.05	0.20	0.04	0.07	0.04
T2	$\alpha$	0.04	0.99	0.06	1.16	0.48
	$\beta$	253.1	4.98E15	163.2	84.46	521.2
	$\alpha$	0.03	0.20	0.03	0.03	0.04

Tabla 15. Continuación...

Tratamientos	p	Micronutrientes				
		Bo	Zn	Cu	Fe	Mn
T3	$\alpha$	0.04	0.99	0.06	1.02	0.49
	$\beta$	424.4	4.29E15	762.9	328.8	1454
	$\alpha$	0.03	0.20	0.04	0.03	0.04
T4	$\alpha$	0.02	0.99	0.05	1.02	0.42
	$\beta$	41.36	4.73E15	111.2	76.33	99.34
	$\alpha$	0.02	0.20	0.02	0.03	0.02
T5	$\alpha$	0.03	0.99	0.05	1.10	0.51
	$\beta$	38.79	4.09E15	206.7	142	723.9
	$\alpha$	0.01	0.19	0.03	0.03	0.04
	$\alpha$	0.02	0.99	0.05	0.83	0.38



T5	$\beta$	173.2	3.76E15	7.77E08	488	5.88E08
	$\alpha$	0.02	0.19	0.11	0.04	0.11

### 3.4. Conclusiones

- El cultivo del maíz tuvo una alta respuesta a la aplicación del riego de auxilio y la fertilización química.
- El mayor rendimiento de  $3.99 \text{ t ha}^{-1}$ , se obtuvo con la aplicación de riego y el 100 % de la recomendación de fertilización química.
- La extracción de nutrientes más alta fue de 142, 28, 201, 32, 15 y 13  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, P, K, Ca, Mg y S respectivamente.

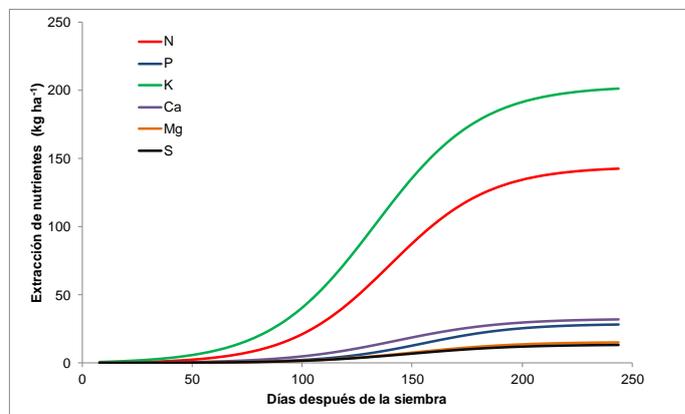
### 3.5. Recomendaciones

- Continuar con las evaluaciones del riego utilizando la metodología de la FAO y la fertilización química en el cultivo de maíz.
- Mejorar la recepción y procesamiento de la información climatológica de precipitación y evaporación.
- Realizar labranza reducida para incrementar la materia orgánica en el suelo.

### Nota

El experimento en su segundo ciclo de cultivo de maíz se sembró el 17 de octubre del 2019. Se están tomando muestras de agua y suelo a diferentes profundidades, durante cuatro etapas fenológicas del cultivo. Se realizará el análisis de  $^{18}\text{O}$  en la Universidad Agraria la Molina del Perú o en la Universidad Davis de Estados Unidos de Norte América.

a)

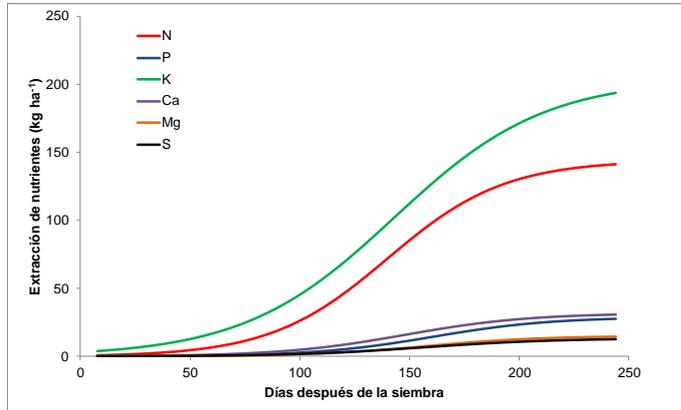




## ARCAL

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

b)



c)

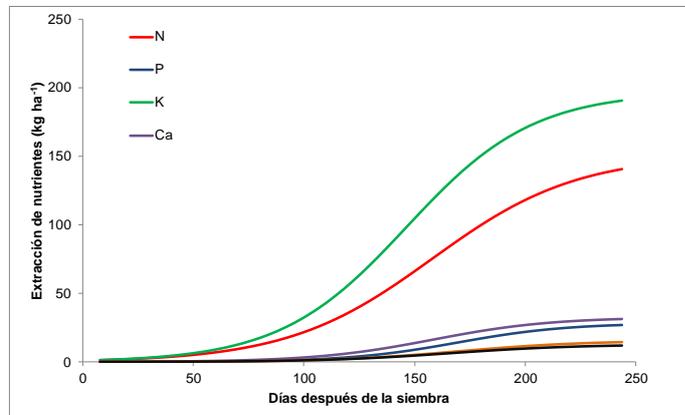
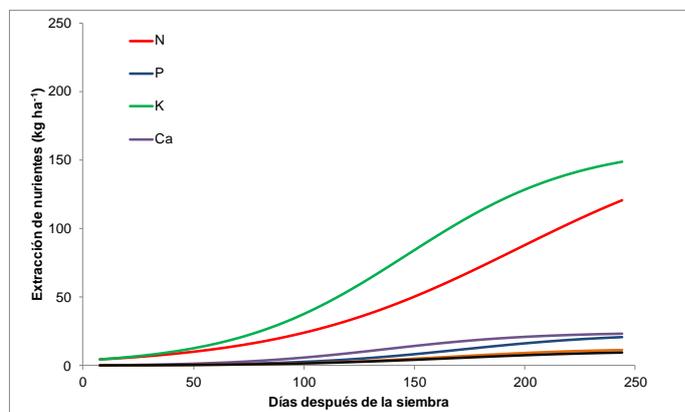


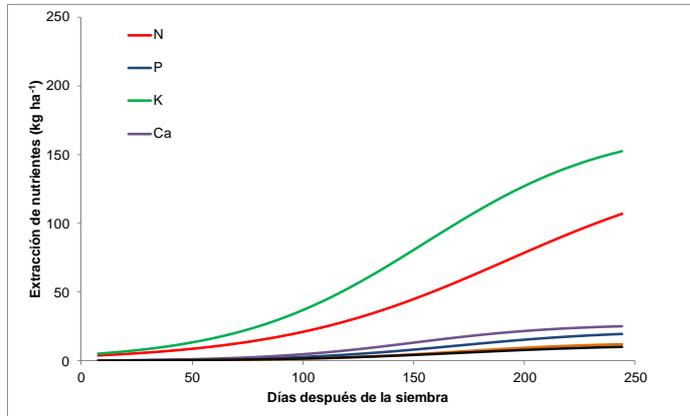
Figura 2. *Extracción de macronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101, para (a) Tratamiento 1, (b) Tratamiento 2 y (c) Tratamiento 3. EESC - Pichincha, 2019.*

d)





e)



f)

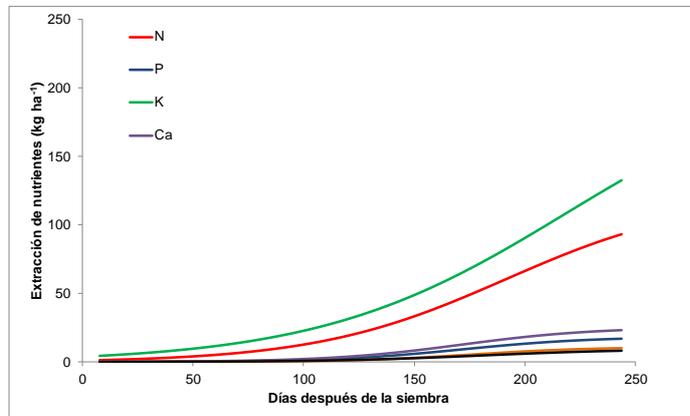
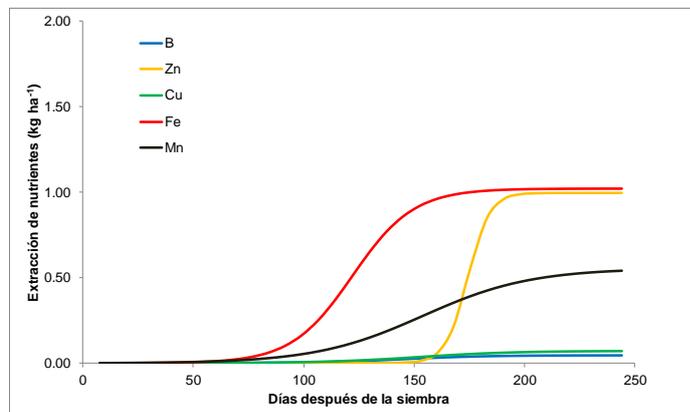


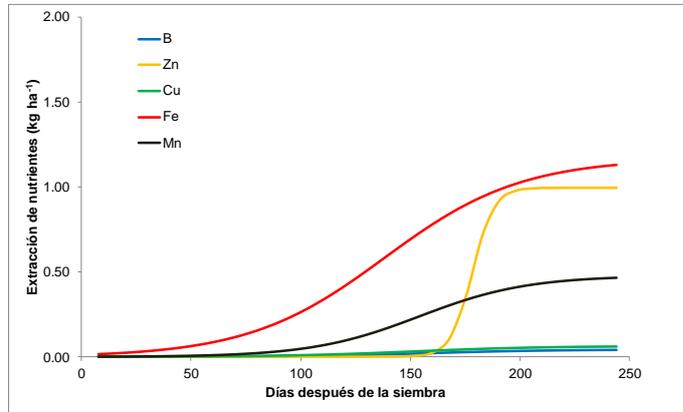
Figura 2. *Extracción de macronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101, para (d) Tratamiento 4, (e) Tratamiento 5 y (f) Tratamiento 6. EESC - Pichincha, 2019.*

a)





b)



c)

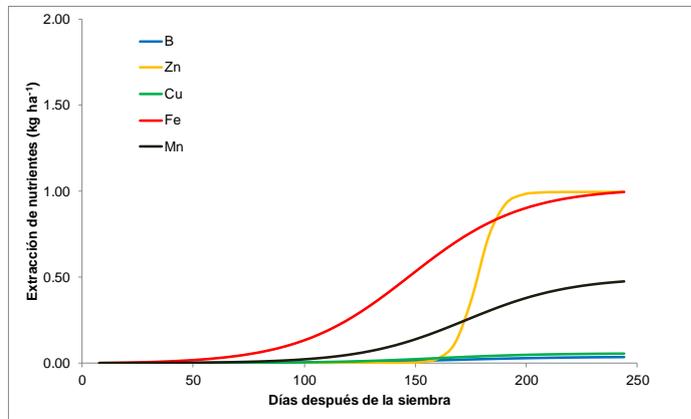
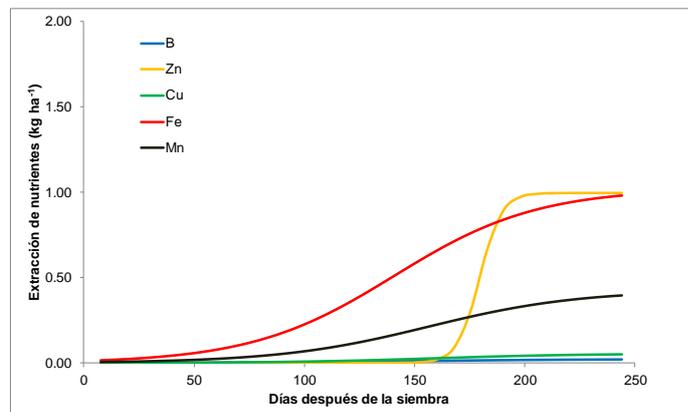


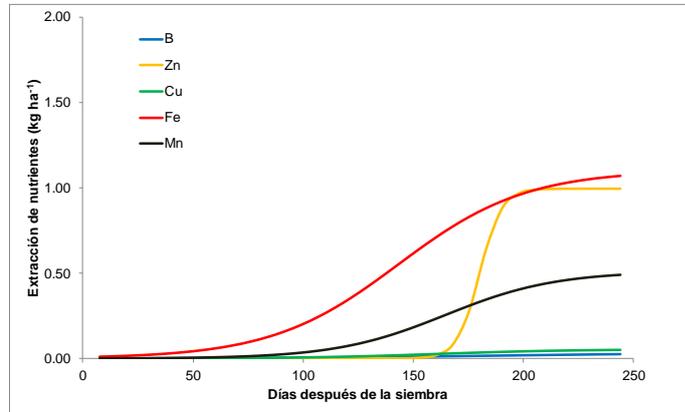
Figura 3. *Extracción de micronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101, para (a) Tratamiento 1, (b) Tratamiento 2 y (c) Tratamiento 3. EESC - Pichincha, 2019.*

d)





e)



f)

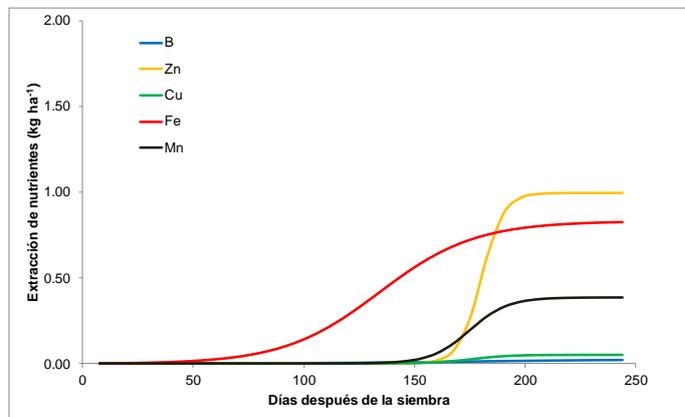


Figura 3. *Extracción de micronutrientes en el cultivo de maíz, variedad INIAP-101, para (d) Tratamiento 4, (e) Tratamiento 5 y (f) Tratamiento 6. EESC - Pichincha, 2019.*

VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/5077 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	2400
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	3600
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	7200
Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	500
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	12000
<b>TOTAL</b>		<b>25700</b>

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

El proyecto está alineado con la realidad de los países involucrados, dado que los cambios en los patrones de precipitación (frecuencia y cantidad) y las sequías más extensas parecen ser un común denominador de la región donde algunas actividades todavía dependen de forma exclusiva de la precipitación como entrada de agua.

Nuestros resultados contribuirán a una mejor comprensión de los procesos involucrados en el uso que hacen las plantas del agua, incluyendo la partición en la evapotranspiración, un factor fácilmente medido mediante los isótopos del agua y el oxígeno y que es manejable.

Estos resultados en combinación con uso del Modelo de Simulación AquaCrop puede permitirnos evaluar de forma sencilla el efecto de los cambios de manejo en la productividad y tomar decisiones apropiadas en relación con actividades de campo.



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

Entre los resultados más importantes fue la capacitación a un técnico nacional en el uso del Modelo de Simulación AquaCrop en Uruguay.

La lección aprendida más importante fue el uso del Modelo de Simulación AquaCrop con los componentes de clima, suelo, cultivo, agua, manejo y diferentes escenarios para modelar el rendimiento de los cultivos, calendarios de riego y el efecto del cambio climáticos en el planeta.

Se elaboró un manual de procedimiento para muestreo de suelos, que es requerido para el análisis de  $^{18}\text{O}$  y los cálculos necesarios para obtener la transpiración. Se definió realizar la toma de muestras de suelos en dos tratamientos (óptimo y deficiente), cuatro etapas fenológicas del cultivo a cinco profundidades y seis muestras de agua, dando un total de 126 muestras. Las mismas que serán analizadas en la Universidad Agraria La Molina del Perú o en la Universidad Davis de Estados Unidos de Norte América.

El uso de técnicas nucleares en la agricultura del país es muy incipiente y se necesita capacitar a estudiantes e investigadores, de las universidades y centros de investigación para que se promueva su uso y aplicación en beneficio de los agricultores que produzcan más eficiente y saludable los alimentos para el consumo nacional.

La dificultad es que no se dispone de la sonda para medir la humedad del suelo, limitando el seguimiento continuo del movimiento del agua en el suelo. Las muestras de suelo para la determinación de  $^{18}\text{O}$  serán enviadas a la Universidad Agraria la Molina del Perú o en la Universidad Davis en Estados Unidos de Norte América y falta definir los detalles del pago y envío de las mencionadas muestras.

Xxxxx



RLA6077 Adopción de medidas estratégicas para fortalecer la capacidad de diagnóstico y tratamiento del cáncer con un enfoque integral (ARCAL CXLVIII)

### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Presentar un resumen de la participación en el proyecto:

- a) El país ha participado muy activamente dentro del proyecto con el objetivo de adquirir nuevos conocimientos para la implementación de técnicas complejas tanto para el diagnóstico como para el tratamiento del cáncer.
- b) Durante este año se han realizado reuniones de trabajo para analizar el progreso del proyecto dentro del país conjuntamente con la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN).
- c) Los activos fijos (Sala de reunión, proyector, sillas, mesas, computador, etc.) para el desarrollo del proyecto fueron previstos por los hospitales que han participado en el proyecto y por la SCAN.

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

Las Instituciones que han participado en el proyecto se encuentran implementado el uso de nuevas tecnologías para el diagnóstico y tratamiento del cáncer. Las técnicas de tratamiento que se están implementando son: VMAT, IMRT, IGRT, SRS y SBRT.

El grupo poblacional que se beneficia directamente del proyecto son pacientes de Instituciones públicas.

El porcentaje de pacientes que reciben tratamiento con las nuevas técnicas ha aumentado en aproximadamente un 5% en relación al año anterior.

### 3.- RESULTADOS

Luego de las capacitaciones recibidas se ha realizado una transferencia de conocimientos a los demás profesionales.

La actualización de conocimientos ha permitido fomentar grupos de trabajo entre diferentes instituciones para intercambio de información en relación al tema, conocer profesionales afines para el desarrollo de nuevos convenios.

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



No se han reportado problemas.

## RLA6080 Harmonizing Criteria on Good Manufacturing Practices and Quality Control of Radioisotopes and Radiopharmaceuticals

### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe Anual del Proyecto se centra en el marco del proyecto RLA6080, “Harmonizing Criteria on Good Manufacturing Practices and Quality Control of Radioisotopes and Radiopharmaceuticals (ARCAL CLII).

En el periodo 2018-09-10 y 2018-09-14, asistió a una capacitación Sra. María Fernanda Chiriboga Andrade de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria ARCSA, el tema de capacitación fue “Regional Training Course on Regulatory Aspects of the Production of Radiopharmaceuticals”,. En Bogotá D.C., Colombia. El objetivo de la capacitación fue comenzar con los primeros lineamientos para el control de fabricación y uso de radiofármacos en el país.

En el periodo 2018-11-12 y 2018-11-16, asistió a una capacitación el Señor Juan Carlos Llugcha Atacushi (Bioquímico) del Hospital Carlos Andrade Marín, el tema de capacitación fue, “Regional Training Course on Production and/or Quality Control of Radiopharmaceuticals and Radioisotopes and Good Manufacturing Practices”, en Lima, Perú. El objetivo de la capacitación fue contrastar los procedimientos de control de calidad aplicados en el País, y establecer lineamientos de Buenas Prácticas en la fabricación de Radiofármacos.

### VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/6080 AL PROGRAMA ARCAL Y AL PAIS.

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
------	---------------------	-------------------



## ARCAL

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

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	2.500
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	1.000
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	1.000
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
31. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
32. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	5.000
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	3.500
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	1.000
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	6.000
TOTAL		20.000,00

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

Las actividades desarrolladas en el presente proyecto en 2018, han permitido establecer las necesidades de la implementación una normativa sobre producción y uso de radiofármacos e



## ARCAL

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

isótopos radioactivos a corto y mediano plazo, así como la difusión de las mismas; de igual manera permitió evaluar nuestros procedimientos de control de calidad, tanto para producción y aplicación de radiofármacos

### 3.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos a través del proyecto podemos describirlas de la siguiente manera: La capacitación realizada ha permitido establecer los primeros lineamientos, para obtener una línea base para la elaboración de una normativa en materia de isótopos radiactivos y radiofármacos, de igual manera permitió ampliar el conocimiento en control de calidad de radioisótopos y radiofármacos, así como las buenas prácticas en la producción de los mismos.

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

El problema fundamental es la falta de medios de difusión de las actividades del proyecto hacia los usuarios en todo el país.

RLA6080 Armonización de los criterios sobre las buenas prácticas de fabricación y el control de calidad de radioisótopos y radiofármacos (ARCAL CLII)

#### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Participación en el proyecto:

La coordinación del proyecto RLA6080 “Armonización de los criterios sobre las buenas prácticas de fabricación y el control de calidad de radioisótopos y radiofármacos (ARCALCLII)” pasa del Biofísico Marcos Friás a la Dra. Alexandra Gabriela Segura Hernández a partir de junio del 2019, con el antecedente de que no se participó en la Primera Reunión de Coordinación del mismo.

- a) Dentro del marco del proyecto RLA6080 “Armonización de los criterios sobre las buenas prácticas de fabricación y el control de calidad de radioisótopos y radiofármacos (ARCALCLII)”, se participó en los eventos:

EVENTO	DESCRIPCIÓN	FECHA	PARTICIPANTE
--------	-------------	-------	--------------



## ARCAL

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

EVT1902685	Regional Training Course on Good Manufacturing Practices in the Production of Radiopharmaceuticals Used in Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT)	2019-09-30- 2019-10-04	Q.F. LLUGCHA ATACUSHI JUAN CARLOS
EVT1902684	Regional Training Course on Good Manufacturing Practices related to the Production of Radiopharmaceuticals used in Positron Emission Tomography (PET)	2019-10-14- 2019-10-18	Q.F. LLUGCHA ATACUSHI JUAN CARLOS DRA. SEGURA FERNANDEZ ALEXANDRA GABRIELA
EVT1902687	Final Coordination Meeting	2019-12-16- 2019-12-20	Q.F. LLUGCHA ATACUSHI JUAN CARLOS

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



## VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/6080 AL PROGRAMA ARCAL

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

- El país fue participante en los eventos del proyecto RLA6080, no fue anfitrión de ningún evento.



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

La participación en el proyecto ha servido al país principalmente para:

- Acercamiento con la Agencia de Regulación Sanitaria para la armonización de conceptos con respecto a radiofármacos y permitir de esta manera poder desarrollar una regulación a la medida de las necesidades y el desarrollo real de los radiofármacos en el país.
- Desarrollo de protocolos de verificación internos para equipos de análisis en el área de Control de Calidad, para poder optimizar tiempos de procesamiento y mantener los conceptos de garantía de calidad en la producción, reduciendo costos generales sin descuidar la calibración periódica de equipos analíticos.
- Estructuración de las bases necesarias para la elaboración e implementación del Plan Maestro de Validaciones con el objetivo de iniciar con los requerimientos para certificación en Buenas Prácticas de Manufactura de Radiofármacos.
- Proyección a desarrollar métodos alternos de análisis de control de calidad para radiofármacos PET, para tener opciones en el caso de tener dificultades con equipos o falta de insumos para el método principal.

## 3.- RESULTADOS

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

- Aspectos reglamentarios de la producción de radiofármacos; en el país aún existe mucho desconocimiento por parte de la Agencia de Regulación Sanitaria en Radiofarmacia y Radiofármacos, por lo cual las reglamentaciones no permiten el desarrollo óptimo de estas tecnologías, en este sentido el esfuerzo regional conjunto debería enfocarse principalmente en generar los espacios adecuados para que se den las pautas necesarias y así poder desarrollar una reglamentación a la medida de la realidad de cada país con sus propias particularidades.
- Buenas prácticas de fabricación relacionadas con la producción de radiofármacos utilizados en la tomografía por emisión de positrones (PET); el Ecuador no tiene ningún ente de control para certificar este tipo de prácticas.
- Buenas prácticas de fabricación en la producción de radiofármacos utilizados en tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT); el Ecuador no tiene ningún ente de control para certificar este tipo de prácticas.

Para estos dos últimos puntos, de igual manera los esfuerzos conjuntos de la región guiados y liderados por los países que cuentan con entes reguladores que certifique este tipo de prácticas se deberían generar espacios de discusión para que cada país pueda desarrollar sus propias reglamentaciones de acuerdo a sus realidades y sin descuidar la inocuidad del producto final.



## RLA 7023 Assessing Atmospheric Aerosol Components in Urban Areas to Improve Air Pollution and Climate Change Management

### 1.- RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo general de mejorar de las actividades de gestión vinculadas a la calidad del aire y al cambio climático, el proyecto se propone estudiar el rol de las principales fuentes de emisión de aerosoles atmosféricos en áreas urbanas. El enfoque se centra en la determinación de los niveles de concentración de compuestos clave en PM<sub>2.5</sub> (material particulado con diámetro aerodinámico menor a 2.5 µm) mediante el desarrollo de una extensa campaña de monitoreo y la aplicación de modelos de receptores para evaluar las fuentes locales, en conjunto con la evaluación de información satelital para la identificación de fuentes regionales. El proyecto es desarrollado por el Laboratorio de Investigación Análisis y Monitoreo del cual forma parte la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de la Secretaría de Ambiente, quien es la Autoridad Ambiental del Distrito Metropolitana y lidera la gestión de la Calidad del Aire en la ciudad de Quito.

El proyecto inició con la primera reunión de coordinación que tuvo lugar del 20 al 23 de marzo de 2018 en Buenos Aires Argentina, donde se acuerdan las actividades a realizarse los primeros dos años. Durante el primer año de proyecto, se realizaron varios cursos de capacitación para unificar criterios de muestreo y análisis básicos, así como se pulieron y definieron alianzas estratégicas con cooperantes para los análisis químicos que se deben realizar.

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

Durante el segundo año de proyecto (2019) se desarrollaron las siguientes actividades:

- 1) Inicio de acondicionamiento de filtros, para lo que se requiere equipamiento específico, sala climatizada, a más de los suministros entregados por el proyecto.
- 2) Inicio de monitoreo, una vez que los equipos y suministros fueron recibidos por la mayoría de países.
- 3) Monitoreo regular cada tres días, acondicionamiento de filtro, pesaje, división y mantenimiento.
- 4) Análisis químico: aniones y cationes (Lab. IAMQ, carbón orgánico y elemental (Lab. Costa Rica), elementos (Lab. Costa Rica y Lab. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador), hidrocarburos poli aromáticos HAP's (Costa Rica).
- 5) Monitoreo satelital, según protocolo trabajado por Argentina y Ecuador.

Las actividades que se desarrollan en Quito Ecuador previo al inicio de las campañas de monitoreo se describen a continuación:

- 1) Mantenimiento y calibración del equipo Partisol Mini Vol para PM<sub>2.5</sub>.
- 2) Instalación del equipo Partisol y Hivol en la estación de monitoreo del Centro Histórico, donde se desarrollará la toma de muestras.



## ARCAL

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

- 3) Rediseño del laboratorio de gravimetría, incorporando equipamiento necesario para cumplir con las especificaciones de los protocolos desarrollados.
- 4) Acuerdos de cooperación con otros laboratorios e instituciones para el uso de diversos equipos con los que no cuenta actualmente el Laboratorio de Investigación Análisis y Monitoreo: Mufla para 800oC (Escuela Politécnica Nacional) y análisis de elementos (Laboratorio INPC).

Durante 2019, las actividades se han concentrado en la campaña de monitoreo, que comenzó a principios de abril con la intención de terminar a fines de marzo de 2020.

El equipo coordinador nacional del proyecto ha estado operativo.

- i) En febrero de 2019 se realizó una videoconferencia entre todos los países, en donde se presentó los resultados del ejercicio entre laboratorios coordinado desde Seibersdorf. Además, cada país consultó sobre diferentes aspectos relacionados con el equipos y suministros recibidos y la posibilidad de iniciar. Se definió el inicio de monitoreo para el 1 de abril de 2019.
- ii) Previo al inicio de muestreo, se realiza gestiones para la cooperación con otras instituciones con el fin de garantizar los requerimientos de equipos y suministros para el muestreo.
- iii) A partir de abril, se monitorea cada tres días (incluye feriados y fines de semana). Se trabaja a diario en el monitoreo de imágenes satelitales con el fin de identificar fuentes de afectación de la muestra tomada.
- iv) Se realiza el seguimiento de procesos de entrega de equipos y suministros por parte de ARCAL.
- v) Se preparan informes del estado del muestreo y actividades.
- vi) Se realizan las gestiones necesarias para incluir en el POA y PAC de la Secretaría de Ambiente, los recursos para garantizar el correcto desarrollo del proyecto en lo que se refiere el aporte nacional

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

Código y Título de Proyecto	Coordinador del Proyecto	Aporte valorado
RLA7023 Assessing Atmospheric Aerosol Components in Urban Areas to Improve Air Pollution and Climate Change Management	Valeria Díaz Suarez	27623
Total		27623



## ARCAL

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

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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	-
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	-
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	200
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	-
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	-
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	6000
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	10800
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	623
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	10000
<b>TOTAL</b>		<b>27623</b>



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

Se presenta un cuadro con las principales actividades realizadas durante este año para el Proyecto. Cabe recalcar que la información que se colecta dentro del Proyecto es de gran importancia para mejorar el conocimiento de la contaminación ambiental en Quito, sus variaciones estacionarias e identificación de fuentes y eventos regionales. En vista de que Quito tiene un problema de larga data con la contaminación de PM2.5, esta información será trascendental para la toma de decisiones a nivel de administración de ciudad tanto en temas de movilidad como de salud.

Debido a que este proyecto identificará fuentes locales y regionales de emisiones de material particulado PM2.5, las mismas que podrán utilizarse como referencia a nivel nacional (fuentes regionales). Las fuentes locales podrán identificarse mediante acuerdos de colaboración entre los GADs donde se haya identificar problemas de calidad de aire y Quito. Actualmente Quito, ya mantiene varios convenios de cooperación para el monitoreo de la calidad de aire en varias ciudades interesadas.

Se ha logrado acuerdos de cooperación con otras instituciones estatales, con el fin de complementar las necesidades de equipamiento y aprovechar la información generadas para otros temas relacionados por ejemplo, la protección del patrimonio cultural. Esto en el caso de Quito tiene especial interés al ser una ciudad declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO por su centro histórico, lugar donde se realizan los muestreos.

ACTIVIDAD	Cantidad	
Monitoreo de PM2.5 en Centro Histórico	93	Muestras colestadas
Análisis de aniones y cationes	93	Muestras analizadas
Análisis gravimétrico	93	Muestras analizadas
Análisis de carbón negro	29	Muestras analizadas
Análisis elementos XRF-SEM	51	Muestras analizadas
Análisis satelital	9	todos los días por
Mantenimiento de equipo PM2.5	9	una vez por mes
Acuerdos de cooperación GAD's	2	Cuenca, Riobamba
Acuerdos de cooperación otras instituciones	2	INPC, EPN
Participación en reuniones virtuales	1	
Participación en informes de Proyecto	1	
Interpretación de resultados		

## 3.- RESULTADOS

Los logros alcanzados por el proyecto fueron, durante este segundo año:

- 1) Suministros y equipos para monitoreo de PM2.5, recibidos.
- 2) Inicio de monitoreo de PM2.5 con más de 90% de datos válidos según lo programado



## ARCAL

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

- 3) Análisis químico de muestras: cationes, aniones, carbón elemental y orgánico, con resultados a tiempo.
- 4) Desarrollo de un protocolo del uso de imágenes y productos satelitales para la determinación de fuentes regionales
- 5) La información generada, facilita la inclusión de estrategias de reducción de contaminantes como parte de su plan de acciones de mitigación. Adicionalmente, se ha planteado como compromiso de esta administración del distrito Metropolitano de Quito el ajustar la normativa respecto a calidad de aire y el incremento del control a transporte generador de material particulado PM2.5. Se realizan estudios en relación a la calidad de aire y la salud, en cooperación con varias universidades locales y organismos internacionales.

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

- 1) El monitoreo de aire se inició en el mes de abril, debido a retrasos en la recepción de filtros y equipos en algunos países.
- 2) Inconvenientes en los meses de octubre por protestas sociales que ocasionaron la pérdida de varios días de muestreo.
- 3) Dificultades en el análisis de elementos en equipo del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, se trabaja directamente con asesor del proyecto ARCAL, para mejorar la prestación del equipo. Recomendación, se requiere un software actualizado.



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

## 4. ANEXOS

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

Código y Título de Proyecto	Coordinador del Proyecto	Aporte valorado
RLA0062 Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes entre las instituciones nacionales de energía nuclear	Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables  Jorge Bastidas	9800
RLA 1013 Crear experiencias en el uso de tecnología de radiación para mejorar el desempeño industrial, desarrollar nuevos materiales y productos, y reducir el impacto ambiental de la industria	Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.  Carlos Chérrez	5600
RLA1014 Tecnologías avanzadas de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales	Universidad de las Fuerzas Armadas  Patricio Quezada	20900
RLA1015 Armonizar en América Latina y el Caribe los sistemas de gestión para la implementación en el control de operación, dosimetría, seguridad radiológica y mantenimiento en las instalaciones de irradiación, basado en las Buenas Prácticas de Irradiación y los estándares ISO aplicables a las instalaciones de irradiación	Escuela Politécnica Nacional  Jady Perez	9500
RLA2016 Apoyo a la formulación de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Subregional – Fase II	Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables  Ramiro Díaz	6000
RLA5068 Improving Yield and Commercial Potential of Crops of	Instituto Nacional de Investigaciones	24500



ARCAL

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

Economic Importance	Agropecuarias  Javier Garofalo	
RLA5069 Improving Pollutions Management of Persistent Organic Pollutans to reduce the Impact on People and environment	Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables  Ramiro Castro	31600
RLA5077 Enhancing Livelihood through Improving Water Use Efficiency Associated with Adaptation Strategies and Climate Change Mitigation in Agriculture	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias  Yamil Cartagena	25700
RLA5078 Improving Fertilization Practices in Crops through the Use of Efficient Genotypes in the Use of Macronutrients and Plant Growth Promoting Bacteria.	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias  Yamil Cartagena	8200
RLA6077 Taking Strategic Actions to Strengthen Capacities in the Diagnostics and Treatment of Cancer with a Comprehensive Approach	Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín  William Espinoza	26500
RLA6080 Harmonizing Criteria on Good Manufacturing Practices and Quality Control of Radioisotopes and Radiopharmaceuticals	Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín  Marcos Frías	20000
RLA 7023 Assessing Atmospheric Aerosol Components in Urban Areas to Improve Air Pollution and Climate Change Management	Ilustre Municipio de Quito, Secretaría de Ambiente  Valeria Díaz	27623
Total		206123

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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	2100
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	3900
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	13000
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	6000
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	1700
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	3000
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	0
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	14400
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	46300
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	25123



## ARCAL

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

15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Viáticos interno/externo</li><li>• Transporte interno/externo</li></ul>	Máximo EUR 7.500/proyecto	35200
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	0
<b>TOTAL</b>		<b>206123</b>

El Ecuador Agradece a ARCAL y al OIEA toda la cooperación y apoyo recibida a través del acuerdo, lo cual a impulsado mucho el apoyo a programas existentes en el país.

Atentamente  
Jorge Bastidas  
Coordinador Nacional de ARCAL ECUADOR.