



**ARCAL**

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

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS  
DE ARCAL**

**INFORME ANUAL**

**País: CHILE**

**Marzo, 2015**



## **INTRODUCCIÓN**

El informe anual de los coordinadores nacionales debe reflejar los progresos realizados y los inconvenientes encontrados en su implementación durante el año. Este informe es responsabilidad del Coordinador Nacional de ARCAL y debe ser enviado antes del 15 de marzo de cada año al OIEA.

Para contar con la información necesaria y útil, para la rendición de cuentas, el seguimiento y desarrollo del proyecto se hace necesario contar con una estructura de informe, la cual se presenta a continuación.

## **ANEXOS**

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

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



## **ANEXO I - FORMATO PARA EL INFORME ANUAL DE LAS ACTIVIDADES DE ARCAL EN EL PAÍS**

### **CONTENIDO**

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

La participación de Chile en el Programa ARCAL durante el año 2014 se resume como sigue:

Número total de proyectos en los que el país participó: **10**

Total de los recursos aportados: € **147110**

Total de participantes en eventos regionales de capacitación (Cursos, talleres, entrenamiento y visitas): 12

Total de reuniones de coordinación de proyectos en las que se participó: 11

Total de otras reuniones en las que se participó: OCTA, ORA, Grupos de Trabajo: **5**

Nº de expertos y conferencistas recibidos: **1**

Nº de expertos y conferencistas ofrecidos: 1

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

RLA/0/053:

La Coordinadora Nacional, Sra. María Paz Caballero G., participó de las siguientes reuniones:

- Tercera Reunión Temática de la preparación del Perfil Estratégico Regional (PER) en su calidad de Coordinadora del área temática de Seguridad Alimentaria, del 3 al 7 de marzo. Viena, Austria
- Reunión para la preparación de una misión de alianzas siguiendo las estrategias de comunicación y de alianzas preparadas en el marco del proyecto de Cooperación Técnica RLA/0/046, titulado “Fortalecimiento de la Comunicación y Asociaciones en los Países Miembros de ARCAL para Mejorar las Aplicaciones y la Sostenibilidad Nuclear”, del 10 al 14 de marzo. Viena, Austria.
- Reunión Preparatoria del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA), en su calidad de componente del grupo directivo, del 5 al 6 de mayo. Viena, Austria.
- Reunión final de coordinación del proyecto RLA/0/046, del 7 al 9 de mayo. Viena, Austria.
- Reunión Ordinaria del OCTA, del 12 al 16 de mayo. Viena, Austria.
- Reuniones de la Junta de Gobernadores y en la 58ª Conferencia General del OIEA y reuniones bilaterales con Autoridades de otros Estados Miembros y con Oficiales del Organismo Internacional de Energía Atómica, del 19 al 26 de septiembre. Viena, Austria.



- Reunión de Diseño de proyectos regionales para el bienio 2016-2017 y en reunión de ARCAL para la actualización del Manual de Procedimientos, actividades organizadas por el OIEA, del 13 al 24 de octubre. Viena, Austria.

Al igual que en el año 2013, durante el año 2014, Chile aportó al Acuerdo ARCAL un total de US\$ 10,000 para apoyar la capacitación de becarios de la región en el país y de becarios nacionales.

### 3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTOS Y DEL ACUERDO

#### 3.1 RLA/0/049: Fortalecimiento de la capacidad y entrenamiento del personal técnico para el mantenimiento de instrumentos nucleares utilizados en aplicaciones médicas (ARCAL CXXI)

**Coordinador del Proyecto:** Sr. Carlos Ubeda, Universidad de Tarapacá

##### **Resultados destacados:**

Se detectó la necesidad de implementar programas de capacitación para mantenimiento de cámaras gamma y tomógrafos computarizados. Los contenidos de los cursos fueron preparados por expertos de la región, además de especialistas en sistemas y desarrollos de páginas web, quienes elaboraron dos cursos de introducción a estos temas en formato html. Estos cursos fueron distribuidos en a cada coordinador nacional de proyecto en CD.

##### **a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión   | Nombre Participante      | Institución             |
|--|--------------------------|-------------------------|
| Segunda y final reunión de coordinadores del proyecto.<br>20 – 24 Enero 2014.<br>Asunción, Paraguay. | Carlos Ubeda De La Cerda | Universidad de Tarapacá |

##### **b) Recursos aportados por el país al proyecto**

| Recursos aportados                            | Fuente         | Aporte (€)  |
|---|----------------|-------------|
| Tiempo trabajado como Coordinador de proyecto | U. de Tarapacá | 5500        |
| <b>Total</b>                                  |                | <b>5500</b> |

##### **c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto.**

La distancia entre Arica (lugar de residencia del coordinador nacional) y Santiago (la capital) es de 2000 km. Entre Arica y Concepción 2565 km. Por estas razones geográficas es muy difícil tratar de realizar actividades más participativas y que más



personas puedan beneficiarse, sin embargo, sería importante contar con recursos económicos para traslados en el país con el objetivo de superar esta carencia. Ha faltado apoyo económico para realizar actividades de difusión y formación dentro del proyecto.

### 3.2 RLA/1/011: Apoyo a la automatización de sistemas y procesos en instalaciones nucleares (ARCAL CXXIII).

**Coordinador del Proyecto:** Sr. Jerson Reyes, Comisión Chilena de Energía Nuclear

#### **Resultados destacados:**

Se obtiene la primera versión de una Metodología para Verificación y Validación de Software (MVVS). Cursos de entrenamiento en equipos de automatización PLC, y de Instrumentación Virtual con el uso de LabView, han posibilitado el desarrollo del proyecto ARCAL CXXIII, cuya meta era, ampliar la aplicación de la MVVS, incluyendo instalaciones de categoría A, actualizando e integrando nuevos procedimientos según las normas ISO/IEC, para colaborar en la implementación de soluciones de automatización en los países de la región.

El proyecto ARCAL CXXIII finaliza con una reunión de expertos realizada en Enero 2014. En la reunión de coordinadores se definió que el objetivo general del proyecto ARCALCXXIII sería: Fortalecer las capacidades regionales para la automatización de procesos o sistemas relacionados a las aplicaciones nucleares e incluir herramientas que permitan cumplir con estándares de calidad en estos trabajos con el fin de mejorar y aumentar su rendimiento, capacidades y confiabilidad.

Este objetivo se alcanzaría a partir de la consecución de los siguientes objetivos específicos:

1) *Entrenar un número representativo de especialistas de la región en herramientas para la automatización de sistemas o procesos involucrados a aplicaciones nucleares.*

El entrenamiento persigue actualizar conocimientos en los siguientes campos

- Uso de la tecnología FPGA como una herramienta para el diseño de instrumentos que cumplan con requisitos y funcionalidades específicas. La versatilidad de esta herramienta resulta de suma importancia para la automatización de procesos asociados en aplicaciones nucleares.
- Demostración de la aplicación de la metodología de validación de software en diferentes casos de desarrollo de software.
- Crear cursos de introducción a estas dos temáticas, así como al uso de dispositivos PLC y desarrollo basado en el uso de la plataforma Labview.
- Estos cursos basados en el uso de tecnologías de la información y la comunicación (ICT) permitirán un acceso más amplio a estos temas.
- Uso del código Monte Carlo GEANT4 para apoyar la automatización de procesos en instalaciones que presenten altos niveles de dosis.

2) *Desarrollo de una guía metodológica para brindar recomendaciones en la implementación de sistemas de gestión de la calidad que cubran por su alcance el desarrollo de software y el uso de tecnología de FPGA para el diseño de instrumentación específica.*



Esta guía incluiría los procedimientos desarrollados en el proyecto ARCAL XCIX una vez revisados y modificados para lograr su compatibilidad con los requisitos de la normativa ISO-IEC.

*3) Automatizar diferentes procesos seleccionados por los países de la región*

Los países usarán las capacidades brindadas por el proyecto para realizar diferentes trabajos de automatización o desarrollo de instrumentación. Al finalizar estos trabajos los resultados obtenidos serán publicados en un documento técnico que sirva para divulgar la experiencia adquirida y para brindar ejemplos de la aplicación de las herramientas utilizadas.

Principalmente el desarrollo de estas actividades permite realizar mejoras significativas en CCHEN para nuevos proyectos, en la gestión de calidad y en el seguimiento de nuevos desarrollos orientados a optimizar procesos en aplicaciones nucleares y de seguridad radiológica. Además de aplicar tecnologías de automatización bajo estándares de calidad y con una verificación y validación del correcto diseño en atención a los requerimientos del usuario.

Se compilaron como la Metodología de Verificación y Validación de Software (MVVS), bajo acuerdo de todos los países participantes los siguientes procedimientos:

- DDH: *Diseño y Desarrollo de Hardware* para Sistemas Basados en Computadoras.
- DDS: *Diseño y Desarrollo de Software*.
- DEC: *Guía para la Implementación en Instalaciones nucleares de Sistemas de Seguridad con Dispositivos Electrónicos Complejos*.
- DSU: *Documentación del Software para el Usuario*
- ERS: *Especificación de Requerimientos de Software*.
- MS: *Métricas de Software*.

Además se desarrollaron los siguientes Planes:

- PACS: *Plan de Administración de la Configuración de Software*.
- PGCS: *Plan de Garantía de Calidad de Software*
- PVVS: *Plan de Verificación y Validación de Software*

Estos documentos, que hacen parte de la MVVS, se encuentran revisados y siguen las normas ISO/IEEE e IEC según el plan y procedimiento.

**a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión  | Nombre Participante  | Institución |
|---|--|-------------|
| Reunión de expertos para compartir experiencias en los resultados de los trabajos de automatización.<br>La Habana, Cuba<br>27 al 29 Enero | Pablo Piña (en representación del coordinador del proyecto Sr. Jerson Reyes) | CCHEN       |

**b) Recursos aportados por el país al proyecto**

| <b>Recursos aportados</b>   | <b>Fuente</b> | <b>Aporte (€)</b> |
|---|---------------|-------------------|
| Tiempo trabajado como Coordinador del Proyecto  | RLA1011       | 1500              |
| Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto) | RLA1011       | 1600              |
| Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)  | RLA1011       | 3410              |
| <b>Total</b>  |               | <b>6510</b>       |

**c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto.**

Por causa de los retrasos asociados en la actualización de procedimientos respecto a los estándares ISO/IEC, no fue sino en la reunión final de coordinadores, donde se compilaron y firmaron los documentos de la MVVS.

**3.3 RLA/5/063: Apoyar el Mejoramiento Genético de Subutilizados y Otros Cultivos Importantes para el Desarrollo agrícola Sostenible en Comunidades Rurales (ARCAL CXXV).**

**Coordinador del Proyecto:** Sra. Paulina Aguirre, Comisión Chilena de Energía Nuclear

**Resultados destacados:**

El proyecto tiene el propósito de obtener cambios genéticos en especies vegetales por medio del uso de la radiación ionizante, de manera de aportar al desarrollo de soluciones a problemas nacionales. Con el fin de concretar logros, se ha hecho necesario trabajar en la generación de redes a través de alianzas estratégicas de colaboración mutua, esperando con esto a futuro poner a disposición del país algunas variedades mejoradas o adaptadas, para luego continuar con el desarrollo de otras. Como Chile tiene una gran extensión de territorio de carácter árido y salino, se ha puesto énfasis en comenzar los estudios en especies buscando resistencia a stress hídrico y a la salinidad. Los principales objetivos propuestos han sido:

- Generar una variedad de tomate resistente al stress hídrico.
- Generar lazos con otras entidades para desarrollo de otras especies.
- Generar lazos para realizar estudios citológicos y genéticos.
- Definir y trabajar en una segunda especie que permita contrarrestar los efectos del cambio climático en la agricultura y economía del país.
- Difundir el uso de la radiación ionizante en apoyo al crecimiento del país.



Dentro de las actividades realizadas en 2014, se participó en una visita científica, dos cursos regionales, la visita de un experto con la realización de un workshop y la participación en la reunión final de coordinación.

El proyecto a la fecha ha logrado instaurar en la CCHEN una línea de trabajo en relación a la mutagénesis inducida; en paralelo se ha ido estructurando una red de colaboración, en lo que contribuyó enormemente la visita de la experta Dra. Luz Gómez y actualmente se están formalizando convenios de colaboración INIA-CCHEN y Universidad de Talca-CCHEN para obtención de nuevas variedades en quínoa y alcachofa.

Además, con la Universidad Católica de Valparaíso se está trabajando en la obtención de tomate con resistencia al stress hídrico y se comenzará un trabajo en la especie nativa *Selliera radicans Cav.* donde además participará la Universidad de Talca.

En relación a la obtención de tomates con resistencia al stress hídrico, se ha realizado la dosimetría para semillas de tomate y se ha obtenido la dosis letal 50. Se está cultivando las primeras semillas bajo estas condiciones para la obtención del M2.

**a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión  | Nombre Participante | Institución |
|---|---------------------|-------------|
| Visita Científica CHI/13013 Colegio de Posgraduados, Montecillo, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Ocoyoacac, México. Marzo. | Paulina Aguirre H.  | CCHEN       |
| Workshop sobre Mutagénesis inducida. Santiago, Chile. 25 de Septiembre.   | Paulina Aguirre H.  | CCHEN       |
| Reunión Final de Coordinación RLA5063/9002/01. Managua, Nicaragua. 17 al 21 de Noviembre  | Paulina Aguirre H.  | CCHEN       |

**b) Recursos aportados por el país al proyecto.**

| Recursos aportados  | Fuente | Aporte (€)  |
|---|--------|-------------|
| Tiempo trabajado como Coordinador del Proyecto                            | CCHEN  | 1500        |
| Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto | CCHEN  | 900         |
| Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)          | CCHEN  | 1000        |
| <b>Total</b>  |        | <b>3400</b> |



**c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto.**

La principal dificultad ha sido la falta de recursos humanos, no se dispone del personal necesario para el desarrollo adecuado del proyecto, con el correr del tiempo se ha logrado la generación de redes, que permitirá interactuar con otras instituciones y con agricultores y con ello subsanar este aspecto.

**3.4 RLA/5/064: Fortaleciendo las estrategias de conservación de suelos y agua a nivel de paisaje utilizando innovadoras técnicas estables y radioisotópicas y relacionadas (ARCAL CXL).**

**Coordinador del Proyecto:** Sr. Claudio Bravo, Universidad Austral de Chile

**Resultados destacados:**

Hasta ahora no se ha generado un impacto real en el país debido a que este primer año ha sido de capacitaciones de los MS y tomas de muestras en los lugares de estudio seleccionados. Se espera con la obtención de los resultados durante el año 2015, y con respecto a Chile, poder generar impactos importantes en las empresas forestales (nuestros principales stakeholders) y generar mejoras en las políticas de manejo de faenas forestales en orden de minimizar la erosión de suelos por estas actividades.

**a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión  | Nombre Participante | Institución                  |
|---|---------------------|------------------------------|
| Reunión de Coordinación de proyecto.<br>Valdivia, Chile<br>28 de Abril al 2 de Mayo   | Claudio Bravo       | Universidad Austral de Chile |
| Curso de entrenamiento de dos semanas sobre el uso de la nueva técnica de determinación de fuentes de sedimento (CSSI).<br>Valdivia, Chile<br>5 al 16 de Mayo                           | Claudio Bravo       | Universidad Austral de Chile |
| Curso de entrenamiento interregional en el uso de radionúclidos y técnica compuesto específico isótopo estable para la precisión en la conservación del suelo.<br>Seibersdorf, Austria. | Claudio Bravo       | Universidad Austral de Chile |



|   |               |                              |
|---|---------------|------------------------------|
| 6 al 31 de Octubre  |               |                              |
| Reuniones nacionales con profesionales del área forestal, para la evaluación de la aplicación de las técnicas CSSI. | Claudio Bravo | Universidad Austral de Chile |

**b) Recursos aportados por el país al proyecto.**

| Recursos aportados  | Fuente                       | Aporte (€)   |
|---|------------------------------|--------------|
| Realización de servicios  | Empresas forestales          | 4725         |
| Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)   | Universidad Austral de Chile | 9000         |
| Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales   | Universidad Austral de Chile | 4000         |
| Tiempo trabajado como coordinador de proyecto   | Universidad Austral de Chile | 5000         |
| Tiempo trabajado como DTM   | Universidad Austral de Chile | 7000         |
| Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)   | Universidad Austral de Chile | 9000         |
| 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> | Universidad Austral de Chile | 4700         |
| Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)  | Universidad Austral de Chile | 10000        |
| <b>Total</b>  |                              | <b>53425</b> |

**c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto.**

Durante el primer año de proyecto hemos tenido problemas con la implementación de los instrumentos/materiales por parte de la contraparte oficial Brasil, que no ha podido realizar la compra de los equipamientos necesarios para la extracción de muestras y por ende ha retrasado un poco las actividades del proyecto planificadas en la reunión de coordinación. Esto debido a los trámites burocráticos y los tiempos prolongados que se demoran en implementar las compras de equipamientos por parte de los países y de la OIEA. Sin embargo, esos problemas se están solucionando y podremos realizar las actividades planificadas dentro del segundo año de proyecto.

Por otro lado, se nos ha hecho muy difícil el envío de muestras de suelo a Brasil de parte de los países miembros, debido a problemas de recepción de muestras por parte



de los ministerios (cuarentenas, etc.), problema que se está solucionando a través de la intervención de TO y PMO del proyecto y oficinas del PNUD en los respectivos países.

### 3.5 RLA/5/065: Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficacia en el uso de los recursos (ARCAL CXXXVI).

**Coordinador de proyecto:** Sr. Carlos Ovalle, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

#### **Resultados destacados:**

Las actividades han consistido en el establecimiento de cuatro unidades experimentales ubicadas en el CE Cauquenes - INIA, en el secano interior de la Región del Maule, Chile. Los resultados de este primer año de estudio son:

*Experimento I* (Rotación de cultivos leguminosas forrajeras anuales - cereal), la mayor producción de biomasa en las praderas analizadas se obtuvo en ballica (11 Mg MS ha año<sup>-1</sup>) siendo estadísticamente diferente ( $P \leq 0,05$ ) a las praderas de Mezcla mediterránea 500 en su primer año de establecimiento, las que presentaron menor producción de MS en promedio 4 Mg ha año<sup>-1</sup>. En los cereales se observó que no existe diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ ) entre el trigo sin N y la avena con N donde se obtuvieron 2 Mg de grano ha año<sup>-1</sup>, estas fueron estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ) a avena sin N donde solamente se obtuvo 1 Mg de grano ha año<sup>-1</sup>. Los residuos de paja de los cereales mostraron diferencias estadísticamente ( $P \leq 0,05$ ) entre los tratamientos, donde avena con N obtuvo 5 Mg de ha año<sup>-1</sup> de residuo.

En el *Experimento II* (Abonos verdes), la mayor producción de biomasa se obtuvo en el cultivo de arveja (20 Mg MS ha año<sup>-1</sup>) siendo estadísticamente diferente ( $P \leq 0,05$ ) a lupino blanco, el que presentó menor producción de MS (6 Mg ha año<sup>-1</sup>), los demás tratamientos no presentaron diferencias a nivel estadístico entre ellos con un promedio de producción de 11 Mg MS ha año<sup>-1</sup>.

En el *Experimento III* (transferencia de N desde leguminosas a gramíneas), la mayor producción de biomasa en las mezclas de leguminosas se obtuvo en la M500 y 600 (2 Mg MS ha año<sup>-1</sup> en promedio) siendo estadísticamente diferente ( $P \leq 0,05$ ) a M400 en su primer año de establecimiento, las que presentaron menor producción de MS de 1,5 Mg



ha año<sup>-1</sup>. Las mezclas con gramíneas como ballica fue estadísticamente diferente ( $P \leq 0,05$ ) a la mezcla con falaris, que presentó un crecimiento deficiente en el transcurso del primer año de ensayo. Siendo las mezclas (M500 y 600) con ballica las que obtuvieron rendimientos en MS superior a las praderas de mezclas solas con un promedio de 2,5 Mg ha año<sup>-1</sup>. Falaris fue el tratamiento que presentó la menor producción de MS (0,04 Mg ha año<sup>-1</sup>).

En el *Experimento IV* (Enmiendas orgánicas, fosfóricas y calcáreas sobre praderas), el tratamiento de pradera (mezcla mediterránea 500) sobre las diferentes enmiendas, muestra que el tratamiento con 10 Mg guano fue el que alcanzó la mayor producción de MS con 12 Mg ha<sup>-1</sup> siendo diferente a nivel estadístico ( $P \leq 0,05$ ) de los tratamientos 135 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5 Mg CaCO<sub>3</sub>, testigo (sin fertilización) y ballica. El tratamiento con menor producción de MS fue el testigo con 7 Mg ha<sup>-1</sup>.

Sin embargo los impactos del proyecto todavía no son cuantificables y lo serán a partir del segundo año.

**a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión   | Nombre Participante | Institución                                       |
|--|---------------------|---|
| Primera reunión de Coordinación<br>Montevideo, Uruguay<br>5 al 9 de Mayo | Carlos Ovalle       | Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) |

**b) Recursos aportados por el país al proyecto (incluye la estimación en especies)**

| Recursos aportados  | Fuente                                     | Aporte (€) |
|---|--|------------|
| Tiempo trabajado como Coordinación de proyecto  | Instituto de Investigaciones Agropecuarias | 2000       |
| Tiempo trabajado como especialistas locales que colaboran al proyecto   | Instituto de Investigaciones Agropecuarias | 1500       |
| 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> | Instituto de Investigaciones Agropecuarias | 4500       |
| Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)  | Instituto de Investigaciones               | 4500       |



|              |               |              |
|--------------|---------------|--------------|
|              | Agropecuarias |              |
| <b>Total</b> |               | <b>12500</b> |

### c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

El cultivo estuvo afectado por la falta inicial de control de malezas de hoja ancha en las leguminosas, por lo que el próximo año se solucionará con la práctica de manejo que se realiza al cultivo de trigo siguiente en la rotación.

Hay falta de recursos para contratar H-H que trabajen en terreno del estudio.

### 3.6 RLA/6/072: Apoyo a la creación de capacidad de los recursos humanos para un enfoque integral de la radioterapia (ARCAL CXXXIV).

**Coordinador de proyecto:** Sr. José Luis Rodríguez, Clínica Las Condes

#### Resultados destacados:

Las actividades realizadas en el marco del proyecto con participación de Chile fueron:

- Curso regional de capacitación sobre actualización para tecnólogos en radioterapia 3D, en Argonne, Illinois, USA, del 3 al 7 de Noviembre donde participaron por Chile los Tecnólogos Médicos:
  - Gonzalo Ignacio Muñoz
  - Gabriel Echeñique
- Beca Tipo II sobre la Selección, Aceptación, Puesta en Servicio y Mantenimiento de Equipos de Radioterapia, en Argonne, Illinois, USA, del 20 al 31 de Octubre, participando por Chile el Físico Médico Ewert Czischke Pena.

Todos los participantes se comprometieron a retribuir los conocimientos adquiridos en estos cursos, en principio en sus instituciones y luego durante 2015, en actividades y talleres que se realicen relacionados con el tema, esto debido al poco tiempo para organizar este tipo de actividades antes de fin de año.

#### a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).

| Nombre de la Reunión  | Nombre Participante | Institución           |
|---|---------------------|-----------------------|
| Reunión de coordinación de proyecto<br>24 al 28 de Marzo<br>Montevideo, Uruguay | José Luis Rodríguez | Clínica Las<br>Condes |

#### b) Recursos aportados por el país al proyecto

| Recursos aportados       | Fuente             | Aporte<br>(€) |
|--------------------------|--------------------|---------------|
| Coordinación de proyecto | Clínica Las Condes | 4000          |
| <b>Total</b>             |                    | <b>4000</b>   |



### **c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto**

La principal dificultad que ha tenido este proyecto este año es el bajo número de postulantes en general y en el caso del curso para médicos y físicos en México, el rechazo a la postulación de dos radioterapeutas. Esto a pesar de que se hace difusión a través de las Sociedades Científicas y la Macrored de Radioterapia del Ministerio de Salud. Es tarea primordial este año trabajar en lograr incentivar a los profesionales en participar en las diferentes actividades programadas.

### **3.7 RLA/6/074: Apoyo al desarrollo de radiofármacos producidos regionalmente para la terapia selectiva contra el cáncer mediante el intercambio de capacidades y conocimientos, la mejora de las instalaciones, la creación de redes y la capacitación (ARCAL CXXXVII).**

**Coordinador de proyecto:** Sra. Silvia Lagos, Comisión Chilena de Energía Nuclear

#### **Resultados destacados:**

El proyecto es de gran importancia para la CCHEN y el país ya que permitirá adquirir aprendizajes significativos para desarrollar a futuro algunos radiofármacos terapéuticos que no se producen en el país y que actualmente los privados importan con toda la complejidad que esto tiene. La producción local impacta positivamente en el acceso al radiofármaco ya que los precios son más bajos y el transporte no depende de líneas áreas.

Los resultados más importantes son:

- a. Aprendizajes en la preparación de radiofármacos terapéuticos basados en anticuerpos monoclonales y péptidos.
- b. Aprendizajes en el control de calidad de radiofármacos terapéuticos basados en anticuerpos monoclonales y péptidos.
- c. Conocimiento de instalaciones con Buenas Prácticas de manufactura, para la producción y control de radiofármacos terapéuticos para uso humano.
- d. Fomento y fortalecimiento de redes. Con grupos de trabajo con necesidades y problemas similares.

Las actividades que se han desarrollado el 2014 ponen foco en otorgar a los países capacidades técnicas para el desarrollo de radiofármacos oncológicos. Particularmente, en Chile el cáncer es considerado como un problema de salud pública ya que es la segunda causa de muerte, llegando incluso a ser la primera en algunas regiones. En ese contexto los dos cursos regionales que se han realizado este año han permitido conocer y aprender el trabajo con anticuerpo monoclonales, usado para la detección de tumores y radioinmunoterapia. Además, la marcación de péptidos con dos importantes radionúclidos terapéuticos: <sup>177</sup>-Lu y <sup>90</sup>-Y. Estos radiofármacos tienen la capacidad de llegar a sitios normalmente inaccesibles.

A cada curso regional asistió un participante, dos químicos farmacéuticos y no habían tenido oportunidad de trabajar con péptidos ni anticuerpos monoclonales.

Durante este primer año 5 profesionales de la CCHEN han participado de las actividades programadas en este RLA 6074:



1. C1-RLA6074-9002-01 Reunión regional de expertos para producir protocolos finales relacionados con la preparación y el control de calidad de radionúclidos terapéuticos, Montevideo, Uruguay, 28 de julio a 1 agosto de 2014. Participó la Sra. Ximena Errazu de CCHEN.
2. C7-RLA6074-001 Curso regional de capacitación sobre preparación y control de calidad de radiofármacos terapéuticos basados en AcM, Sao Paulo, Brasil, 27-31 de octubre de 2014. Participó la Srta. Carolina Marcial (CCHEN).
3. C7-RLA6074-002 Curso regional de capacitación sobre producción y control de calidad de péptidos para terapia radionucleídica, Lima, Perú, 24-28 de noviembre de 2014. Participó el Sr. Andres Núñez (CCHEN).
4. C1-RLA6074.9003.01 Reunión Regional de Expertos, Managua, Nicaragua, 10-14 de noviembre de 2014. Participó el Sr. Nelson Godoy (CCHEN).

**a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión   | Nombre Participante | Institución |
|--|---------------------|-------------|
| Primera Reunión de Coordinación del Proyecto<br>La Habana, Cuba,<br>24 - 28 de Febrero | Silvia Lagos        | CCHEN       |

**b) Recursos aportados por el país al proyecto**

| Recursos aportados  | Fuente | Aporte (€)  |
|---|--------|-------------|
| Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto   | CCHEN  | 3600        |
| Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto) | CCHEN  | 500         |
| <b>Total</b>  |        | <b>4100</b> |

**3.8 RLA/6/075: Apoyando el Diagnóstico y Tratamiento de Tumores en Pacientes Pediátricos (ARCAL CXXXIII).**

**Coordinador de proyecto:** Sra. Pilar Orellana Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)

**3.9 RLA/7/019: Desarrollo de indicadores para determinar el efecto de los plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes en Ecosistemas Acuáticos Continentales importantes para la Agricultura y Agroindustria (ARCAL CXXXIX).**

**Coordinador de proyecto:** Sr. Rodrigo Palma, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)



## **Resultados destacados:**

### **1.1. Actividades de coordinación realizadas**

Se establecen los compromisos de las instituciones (contrapartes) que participan del proyecto. Las instituciones contraparte son: Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Universidad Austral de Chile (UACH), Universidad Católica de Temuco (UCT) y Universidad Mayor. El equipo de trabajo se organizó en siete grupos correspondientes a áreas temáticas (**Geomática (modelos-SIG), Bioindicadores, Comunicación, Bioacumulación y Bioensayos, Radiotrazadores y radionucleidos, Contaminantes emergentes y Química ambiental y alimentos primarios**) y a las especialidades de los profesionales participantes.

### **1.2 Diseño de muestreo**

Con el objetivo de levantar la información de terreno (datos) de las distintas matrices, se estableció un diseño metodológico en dos cuencas del valle central de la región de La Araucanía-Chile; una con vocación frutícola principalmente manzanos, arándanos y berries (cuenca del río Tijeral, comuna de Angol) y otra principalmente dedicada al cultivo de cereales (cuenca de río Traiguen, comuna de Victoria).

Para abordar el primer año de trabajo, se consideró un ciclo productivo que contempla tres fases: Antes de la siembra (meses de abril-agosto); Durante el proceso de crecimiento vegetativo (meses de septiembre-diciembre) y posterior a la cosecha (meses de enero- marzo). Se considera la Matriz agua (físico-químicos, metales pesados, plaguicidas y nutrientes, Toxicidad y biomarcadores (técnicas nucleares y convencionales)), matriz suelo (plaguicidas (técnicas nucleares y convencionales), metales pesados y textura), Sedimentos (Plaguicidas y metales pesados (técnicas nucleares y convencionales)), Biológicos: Macroinvertebrados bentónicos.

Se han estimados los caudales ( $m^3/s$ ) en los distintos puntos de muestreo para el río Traiguen, parámetro que permitirá trabajar con las cargas de los plaguicidas en seguimiento para la cuenca. En el río Tijeral se han catastrado 20 pozos de agua, registrando la profundidad y la altura del agua respecto a nivel de suelo, información a ser usada en modelos (DRASTIC o AF) para estimar la vulnerabilidad del acuífero.

La información obtenidas de monitoreo de fauna bentónica en el río Traiguen efectuados por el SAG región de la Araucanía han permitido confeccionar la “Guía de identificación de macroinvertebrados acuáticos, cuenca del río Traiguen”, desarrollada por Juan Norambuena del SAG, Región de la Araucanía.

Ensayos usando los plaguicidas Clorpirifos y Glifosato, para determinar los efectos de inhibición sobre la planta acuática *Lemna valdiviana* (bioensayos) y estimar su EC50 y la bioacumulación de plaguicidas en esta especie, mediante técnicas isotópicas ( $^{14}C$ ). También en el río Traiguen, se muestreó agua para realizar bioensayos de toxicidad (análisis aun en proceso) utilizando *Daphnia pulex*, información que será usada para determinar el riesgo del uso de plaguicidas en la cuenca.

Se ha presentado resultados del proyecto en eventos nacionales e internacionales.





En el marco del proyecto RLA7019 se ha propiciado el espacio para la realización de tesis de estudiantes de pregrado de la Universidad de Chile y Universidad Austral de Chile.

1. Marcela González. Título de tesis: "Determinación del coeficiente de distribución de plaguicidas en suelo, utilizando técnicas isotópicas y su potencial movilidad hacia cuerpos de agua" Departamento de Química Ambiental Universidad de Chile.
2. Kathia Almonacid. Título de tesis: "Efectos ecotoxicológicos y bioacumulación de Clorpirifos y Glifosato en la macrófita acuática *Lemna valdiviana*". Facultad de Ciencias Escuela de Biología Marina. Laboratorio de bioensayos y Limnología aplicada. Universidad Austral de Chile.

**a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión  | Nombre Participante | Institución                        |
|---|---------------------|------------------------------------|
| Reunión Coordinación Proyecto<br>San José de Costa Rica<br>24 al 28 Febrero                   | Rodrigo Palma       | Servicio<br>Agrícola y<br>Ganadero |
| Reunión y presentación del proyecto<br>en la Dirección Regional<br>SAG, Araucanía<br>25 Abril | Rodrigo Palma       | Servicio<br>Agrícola y<br>Ganadero |

**b) Recursos aportados por el país al proyecto**

| Recursos aportados   | Aporte<br>(€) |
|--|---------------|
| 1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)  | 2100          |
| 2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios) | 4355          |
| 3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades                                   | 3000          |
| 4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país   | 2000          |
| 5. Publicaciones   | -----         |
| 6. Creación y/o actualización de Base de Datos   | 640           |
| 7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales   | 350           |



|   |              |
|---|--------------|
| 8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)   | 5000         |
| 9. Tiempo trabajado como DTM  | -----        |
| 10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto   | 3200         |
| 11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)                               | 9000         |
| 12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos:<br>a. Viáticos interno/externo<br>b. Transporte interno/externo | 4270         |
| 13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)  | 2960         |
| <b>Total</b>  | <b>36875</b> |

### c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

**Problema detectado:** Falta de una formalización oficial para que las personas que participan del proyecto y que pertenecen a las distintas instituciones contrapartes. De esta manera, cada integrante podría realizar las actividades del proyecto sin inconveniente sobre todo, aquellas que requieren representación (coordinador o encargado de grupo) como de aquellas relacionadas para la ejecución de actividades específicas, por ejemplo los desplazamientos dentro del país.

**Alternativas de solución:** Establecer un conducto formal de participación entre las instituciones involucradas en la ejecución del proyecto y que vincule directamente a los profesionales, unidades ejecutoras, instituciones nacionales y el Organismo Internacional. Se propone revisar las alternativas (eventual convenio) en conjunto con el OIEA.

### 3.10 RLA/9/072: Banco de datos de valores de radioactividad en alimentos típicos de América Latina (ARCAL CXXIX)

**Coordinador proyecto:** Osvaldo Piñones, Comisión Chilena de Energía Nuclear

#### **Resultados destacados:**

Los radionucleidos son incorporados en el medio ambiente por medio de la dispersión (dilución y transporte), además se pueden concentrar en ciertos materiales específicos como es el caso de los alimentos. La ruta de los radionucleidos en el medio ambiente



se puede observar en todos los niveles de la pirámide ecológica, independientemente de su origen natural o artificial.

Por todas estas razones, es de suma importancia caracterizar de forma fiable la presencia de radionucleidos de origen tanto natural como artificial en los alimentos típicos de la región latinoamericana e incorporarlos en un banco de datos. A raíz del accidente de Chernobyl en 1986, la certificación radiológica es un **requisito** que prácticamente todos los países han adoptado. Por esta razón, la caracterización de los valores de fondo radiactivo de los alimentos producidos en Latinoamérica también puede aportar un valor agregado a todos los países que participan en la exportación de los mismos. Así, los niveles de actividad georeferenciados en los alimentos son un aspecto importante al firmar contratos para su exportación y garantizar la inocuidad alimentaria.

El objetivo general es la creación de una base de datos geo-referenciados sobre las medidas de radiactividad en los alimentos típicos de América Latina mediante el uso de las plataformas libres en beneficio de la comunidad científica internacional. Con este fin, los países participantes reunieron sus capacidades disponibles, tanto de infraestructura como de recursos humanos, para el logro del mismo.

Durante el desarrollo del proyecto, los países participantes cumplieron con las actividades establecidas dentro del plan inicial, como fueron, el fortalecimiento de los laboratorios para el muestreo, tratamiento y análisis radiométricos de alimentos típicos que se consumen con mayor frecuencia. Además, se participó en cursos y talleres de discusión en temas estadísticos y de la elaboración de la base de datos regional desarrollada por el equipo informático del Instituto de Radioprotección y Dosimetría de Brasil denominado SIGLARA (Sistema de Información Geo referenciado Latinoamericano para Radionucleidos en Alimentos, <http://siglara.ird.gov.br/login/login.php>) y se incorporaron los resultados analíticos de los alimentos en la base de datos. El mismo tiene diferentes niveles de acceso, en cada caso para visualizar el mismo hay que contactar con el administrador del SIG que será quien aporte el usuario y contraseña para el acceso al mismo.

Los resultados de este proyecto son un ejemplo de transferencia tecnológica entre los países de la región, contribuyendo así a una mayor integración latinoamericana, al aumento de la competitividad y visualización de nuestros alimentos y a preservar la salud y aumentar la calidad de vida de nuestra población.

Dado el carácter regional, esta información puede ser utilizada no sólo por cada país participante sino también por organismos internacionales como la FAO, WHO y el UNSCEAR para realizar por ejemplo, estudios de la salud de la población a través de la dieta, la valorización comercial en el proceso importación/exportación y estudios medioambientales correlacionando los resultados con distintos tipos de suelo, clima y variaciones estacionales, etc.

Es importante promocionar esta base de datos en todos los ámbitos y dado el carácter regional de la información, ésta puede ser usada por organismos internacionales, que



también pueden dar el soporte económico para seguir desarrollando este trabajo. Esta experiencia a su vez, puede ser usada por otras regiones del mundo.

El grupo creado a través de este proyecto, seguirá trabajando en la presentación de nuevas ideas vinculadas al tema de inocuidad alimentaria, desde el punto de vista radiológico.

**a) Participación del Coordinador de Proyecto (Reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajos).**

| Nombre de la Reunión  | Nombre Participante | Institución                         |
|---|---------------------|-------------------------------------|
| Reunión Final de los Coordinadores de Proyecto.<br>Santiago, Chile<br>21 al 25 de Julio | Oswaldo Piñones     | Comisión Chilena de Energía Nuclear |

**b) Recursos aportados por el país al proyecto**

| Recursos aportados   | Fuente                               | Aporte (€)   |
|--|--------------------------------------|--------------|
| Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto                              | Comisión Chilena de Energía Nuclear  | 6000         |
| Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto. | Comisión Chilena de Energía Nuclear. | 4800         |
| <b>Total</b>   |                                      | <b>10800</b> |

**c) Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto**

- Algunos países no pudieron asegurar la procedencia de todas las muestras debido a que no todos los laboratorios realizaron el muestreo y dependían de la información entregada por los exportadores de alimentos.
- No todos los países recibieron los equipos e insumos solicitados al OIEA debido a la deficiente comunicación entre el oficial técnico y las contrapartes ejecutoras del proyecto.
- En el caso de Venezuela, si bien participó en la primera reunión de coordinadores y de varias actividades de capacitación (beca y reunión técnica de incorporación de datos geo referenciados), no se encuentra en la actualidad publicado ningún dato en SIGLARA.



## ARCAL

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

- Es el tiempo transcurrido entre la solicitud y aprobación de las becas y visitas científicas en la plataforma "In Touch". Se sugiere que estas gestiones sean del conocimiento del coordinador del proyecto para su intervención en caso de ser necesario. Sería de utilidad verificar la eficiencia del procedimiento general para solicitud de becas, visitas técnicas, reuniones, equipos, etc.
- Entre las dificultades identificadas en la región, con relación a la determinación de radionucleidos en alimentos, no todos los laboratorios cuentan con el mismo equipamiento de medición para poder armonizar los resultados obtenidos.
- Otra dificultad es que no todos los laboratorios cuentan con los permisos de importación necesarios para recibir material radiactivo.