

PERFIL ESTRATEGICO REGIONAL PARA AMERICA
LATINA Y EL CARIBE (PER) 2007-2013

Salud Humana en América Latina y el Caribe a la luz del PER



ARCAL



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

PUBLICACIONES RELATIVAS AL PER

A fin de facilitar la consulta del material resultante del proceso de elaboración del Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe (PER), su publicación ha sido hecha en forma de fascículos que contienen los siguientes aspectos:

Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe (PER) 2007-2013

Antecedentes, metodología y proceso de elaboración del PER para América Latina y el Caribe

Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe a la luz del PER

Salud Humana en América Latina y el Caribe a la luz del PER

Medio Ambiente en América Latina y el Caribe a la luz del PER

Energía e Industria en América Latina y el Caribe a la luz del PER

Seguridad Radiológica en América Latina y el Caribe a la luz del PER



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica



ARCAL

Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la
Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe

Agosto 2008

Publicado por:

International Atomic Energy Agency

Department of Technical Cooperation

Division for Latin America

P.O.Box 100, Wagramer Strasse 5

1400 Vienna, Austria

Telephone: (+43-1) 2600-0

Fax: (+43-1) 2600-7

E-mail: Official.Mail@iaea.org

Website: <http://tc.iaea.org>

PERFIL ESTRATEGICO REGIONAL PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (PER)
2007-2013
Alianza Estratégica ARCAL-OIEA

SALUD HUMANA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE A LA LUZ DEL
PER

CONTENIDO

I.	Antecedentes y desarrollo del trabajo.....	1
II.	Análisis de problemas en el contexto regional.....	1
	1. Medicina Nuclear y Radiofarmacia.....	1
	2. Radioterapia.....	6
	3. Física Médica y Protección radiológica del paciente.....	15
	4. Nutrición.....	19
	5. Biología Molecular Nuclear-Enfermedades Infecciosas.....	25
	6. Análisis DAFO.....	30
	6.1 Fortalezas.....	30
	6.2 Debilidades.....	32
	6.3 Amenazas.....	33
	6.4 Oportunidades.....	33
III.	Necesidades/Problemas regionales y justificación.....	34
	1. Déficit regional en cantidad y calidad de recurso humano formado y entrenado (físicos médicos,técnicos, radioterapeutas oncólogos, médicos nucleares, biólogos moleculares, radiofarmacéuticos y especialistas en aplicaciones nucleares en nutrición) (S1).....	34
	2. Falta de protocolos (principalmente clínicos) y manuales de procedimientos evaluados, adaptados y adoptados por la región, para la aplicación de técnicas nucleares en salud humana (S2).....	35
	3. Los procesos de gestión tecnológica de la infraestructura para aplicación de las técnicas nucleares en salud humana en la región, incluyendo planificación, incorporación y operación sostenida de nuevas tecnologías, no se realizan en general de acuerdo con los requerimientos internacionales (S3).....	35
	4. Ausencia ó no adopción de sistemas de gerencia de calidad en muchos centros de la región (S4).....	36
	5. Insuficiente sensibilidad en los tomadores de decisiones nacionales e internacionales así como también en la comunidad científica sobre la utilidad e inocuidad de las técnicas nucleares en la prevención y resolución de problemas nutricionales poblacionales (S5).....	37

6. Falta institucionalización de la posición y funciones del físico médico en los servicios de radioterapia e imagenología (medicina nuclear y radiología), y en menor grado de otros profesionales asociados a las prácticas médicas, por parte de los Ministerios de Salud en muchos países de la región (S6).....	37
7. Aplicación limitada de las técnicas isotópicas moleculares en la región, para el diagnóstico de enfermedades infectocontagiosas emergentes como el virus del SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) y la gripe aviar, y las emergentes, como el dengue, la malaria y tuberculosis y ausencia de una red regional de laboratorios (S7).....	37
8. Acceso desigual a radionucleidos, radiofármacos, juegos e reactivos e isótopos estables para procedimientos diagnósticos y terapéuticos en medicina nuclear, nutrición y medicina, en la región (S8).....	38
9. Insuficiente recurso humano en la región capacitado para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos de laboratorio y de diagnóstico y tratamiento por medio de tecnología nuclear con muchos años de uso (S9).....	38
10. Bases de datos sobre infraestructura en medicina nuclear, radiofarmacia, biología molecular, radioterapia y radiología de la región, que puedan apoyar la planificación e inversión, no están actualizadas o no existen (S10).....	38
IV. Priorización de necesidades/problemas en el sector.....	39
1. Valores atribuidos a cada necesidad/problema.....	40
2. Justificación de los valores atribuidos.....	41
V. Bibliografía utilizada por el Grupo de Trabajo sobre Seguridad Alimentaria en la elaboración del PER.....	45
VI. Composición del Grupo de Trabajo.....	46

**PERFIL ESTRATEGICO REGIONAL PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (PER)
2007-2013**

Alianza Estratégica ARCAL-OIEA

SALUD HUMANA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE A LA LUZ DEL PER

I. ANTECEDENTES Y DESARROLLO DEL TRABAJO

En el marco de la Alianza Estratégica de ARCAL-OIEA, los países signatarios están identificando, desde la perspectiva regional, las necesidades prioritarias y los recursos disponibles de la región en el tema de Salud Humana, para la atención de problemas compartidos en cuya solución contribuyan las técnicas nucleares y en donde se integren los esfuerzos con otros organismos internacionales, que servirán de base para desarrollar actividades de cooperación entre los países de la región, en el marco del acuerdo ARCAL.

A fin de encarar dicha tarea, el Grupo de Trabajo resolvió dividirse de la siguiente forma para encarar los distintos subsectores:

Medicina Nuclear y Radiofarmacia

Pilar Orellana (Chile), Fernando Mut (Uruguay), Henia Balter (Uruguay)

Radioterapia

Hugo Marsiglia (Francia), Thais Morella Rebolledo (Venezuela)

Física Médica y Protección Radiológica del Paciente

María Esperanza Castellanos (Colombia), María del Carmen Franco (México)

Nutrición

Gabriela Salazar (Chile), José Luis San Miguel (Bolivia)

Biología Molecular Nuclear: enfermedades infecciosas

Octavio Fernández Fiocruz (Brasil)

II. ANALISIS DE PROBLEMAS EN EL CONTEXTO REGIONAL

1. Medicina Nuclear y Radiofarmacia

Introducción

Con el mejoramiento de las condiciones de vida, reflejadas en mayor acceso a la educación, agua potable y saneamiento, atención primaria, disponibilidad de tecnologías costo-efectivas y la cobertura ampliada de inmunizaciones, se han controlado enfermedades transmisibles y no transmisibles de alto impacto en salud. Además, la disminución de la tasa de natalidad y la extensión de la longevidad, ha dado paso al predominio de enfermedades crónicas no transmisibles. Ello se ha reflejado en mejoría de casi todos los indicadores de salud promedio en la mayor parte de los países de la región. La población latinoamericana se encuentra en un proceso de transición demográfica y epidemiológica, presentando una variación importante en su situación sanitaria. Esto ha determinado una compleja situación en la que coexisten problemas vinculados, por una parte, al subdesarrollo como por ejemplo las enfermedades entéricas, las transmisibles y carenciales y, por otra, los asociados a los estilos de vida urbanos y al desarrollo económico, como son las enfermedades crónicas y degenerativas, el cáncer, los accidentes y los problemas de salud mental. Desde hace ya varios años, las principales causas de muerte corresponden a patologías fuertemente ligadas a los estilos de vida y al envejecimiento de la población, tales como enfermedades del aparato circulatorio, cáncer, accidentes y fenómenos de violencia. El envejecimiento de la población representa un gran desafío en el ámbito de la salud y en el aumento en la prevalencia de enfermedades crónicas que afectan a la población en edades más avanzadas. Según las estadísticas del 2006, las 10 principales causas de muerte en 31 países de la Región explican entre 43,1% y 59,8% de las defunciones registradas en esos países, dentro de las que

se encuentran las enfermedades cardiovasculares, la cardiopatía isquémica, y diversos cánceres (próstata, pulmón, mama, cervicouterino, entre otros)¹

En este contexto, las aplicaciones diagnósticas y terapéuticas de las técnicas de medicina nuclear cobran una importancia vital, de gran impacto en el manejo de estos pacientes.

El objetivo fundamental de las técnicas radioisotópicas es ofrecer un manejo costo efectivo de las patologías, permitiendo un diagnóstico precoz e instauración de terapia adecuada y oportuna. En el transcurso de las últimas décadas, la tecnología utilizada ha adquirido una mayor complejidad. La realización eficiente y segura de los procedimientos de diagnóstico y tratamiento con fuentes abiertas de radiación exige que el personal multidisciplinario involucrado esté adecuadamente capacitado, formado y entrenado, con aprendizaje y capacitación continuo, en la medida que se incorporan nuevos equipos y radiofármacos. Existe diversa experiencia que respaldan los beneficios asociados de disponer de redes de profesionales que puedan respaldar las políticas nacionales relacionadas con los servicios de salud —que abarcan los de medicina nuclear— y mejorar la calidad de las prestaciones.

La Medicina Nuclear es una especialidad que se caracteriza por la utilización de fuentes abiertas de radiación con fines diagnósticos y terapéuticos. La medicina nuclear, es la única especialidad de diagnóstico por imágenes que permite realizar estudios fisiológicos además de morfológicos. La tomografía por emisión de positrones (PET), introducida en la última década se ha convertido en una herramienta imprescindible para la localización, etapificación, evaluación de respuesta a terapia y seguimiento de diversas neoplasias.

En la práctica de la especialidad convergen diversas disciplinas, siendo fundamental un recurso humano capacitado (médicos nucleares, tecnólogos médicos y físicos médicos; entre otros), infraestructura tecnológica, protocolos estandarizados para asegurar una práctica óptima; con cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad. Por otra parte, debido al continuo desarrollo de nuevas tecnologías y radiofármacos es perentorio una educación continua de los profesionales.

Existe amplia evidencia científica sobre la utilidad de los procedimientos radioisotópicos de Medicina Nuclear en el diagnóstico, seguimiento y terapia de estas patologías; de alta prevalencia en la región. Sin embargo, y muy ligado a la magnitud y distribución del gasto público en salud, la inversión en Medicina Nuclear ha sido limitada.

En las últimas décadas ha existido un desarrollo significativo de la especialidad en la región de América Latina y el Caribe. Sin embargo, el desarrollo y crecimiento entre los países de la región ha sido desigual, lo cual ha ido en desmedro del acceso equitativo de esta tecnología a los sectores de más bajos ingresos y a las poblaciones que viven alejadas de las grandes ciudades y/o capitales.

El objetivo del Organismo Internacional de Energía Atómica, aparte de promover la paz, es también contribuir al desarrollo socio-económico del mundo. El objetivo debe cumplirse a través de la siguiente función, obtenida del Artículo IIIA del Estatuto: *“Estimular y asistir la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía atómica para usos pacíficos y si así se le requiriese, actuar como intermediario para propósitos de asegurar el desempeño de los servicios o suplir la instrumentación, o facilidades de un miembro del Organismo para otro; y desarrollar cualquier operación o servicio útil en investigación, desarrollo o aplicaciones prácticas de la energía atómica para propósitos pacíficos....”*

Ha existido un apoyo sostenido de los gobiernos de países de la región a las aplicaciones de técnicas nucleares en el área de la salud, manifestado por su historial de participación en programas del OIEA referidos a la salud humana; ya sea a través de proyectos de asistencia técnica, proyectos ARCAL o financiamiento en la formación de profesionales, siendo el objetivo final mejorar la calidad de vida de los individuos con enfermedades de mayor prevalencia mediante el fortalecimiento de las técnicas de Medicina Nuclear que presentan ventajas comparativas con respecto a otros procedimientos.

¹ Organización Panamericana de la Salud. Estadísticas de salud en las Américas, 2006. Washington, D.C.:OPS; 2006. <http://www.paho.org>.

La evolución de la Medicina Nuclear en la región ha sido desigual; en algunos países ha sido paralela a los países desarrollados, desde el punto de vista científico y tecnológico, mientras que en otros aun es inexistente.

El número total de gammacámaras en la región es de 1116; Argentina y Brasil son los países con mayor número de equipos; 326 y 450 respectivamente. Asimismo, Haití no posee equipamiento de Medicina Nuclear.

El 31% de las gammacámaras es planar, 58% tomográficas de un cabezal y el 11% restante tomográficas de dos cabezales. Se observa que las características tecnológicas también varían entre los países; en Colombia el 93% del recurso tiene capacidad tomográfica a diferencia de Guatemala en que el 75% es planar.

El número de gammacámaras por millón de habitantes fluctúa entre 8,3 y 0,2, con un promedio en la región de 2 gammacámaras por millón de habitantes.

Existe una marcada concentración de estos recursos en los sistemas privados de salud; sobre el 70%, a excepción de Bolivia en quien el 71% de las gammacámaras pertenece al sector público de salud.

En relación a la distribución geográfica observamos en la mayoría de los países una marcada concentración del recurso en las capitales y grandes ciudades; sobre el 60% del recurso instalado. Bolivia tiene el 77.8% de su capacidad instalada fuera de La Paz y en Colombia el 55.9% de la capacidad no está ubicada en Bogota.

El número de médicos nucleares certificados por gammacámara fluctúa entre 1,5 y 0.4 profesionales por gammacámara, con la misma distribución por sistema de salud y geográfica que lo descrito en relación al recurso tecnológico.

El 93% de las acciones corresponden a procedimientos diagnósticos. El cintigrama óseo es el procedimiento más realizado; 44% del total, seguido por estudios nefrourológicos y endocrinológicos. Es importante mencionar que estas cifras globales no necesariamente reflejan la realidad en los distintos países y centros, ya que en algunos de estos los estudios cardiológicos corresponden al menos al 20% del total de procedimientos.

En relación a la tecnología PET; actualmente existen en la región 31 equipos instalados; seis de ellos PET dedicados y 25 PET-CT, ubicados en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Venezuela y México. En todos estos países existen ciclotrones.

Por otra parte, se observo en opinión de los encuestados, que el recurso actualmente existente es subutilizado siendo posible realizar un mayor número de procedimientos así como también mejorar la calidad de los servicios prestados.

En relación a centros de formación debidamente acreditados, estos existen en Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Uruguay, México que certifican médicos especialistas en Medicina Nuclear. Venezuela posee un programa de formación radioterapia/medicina nuclear. El número actual de alumnos de postgrado en Medicina Nuclear en la región es de alrededor de 20 médicos. Existen Programas de formación de Tecnólogos Médicos a nivel universitario en Costa Rica, Chile y Uruguay. Actualmente existen proyectos para implementar Cursos de Educación asistida a distancia con apoyo del OIEA.

Existe un Comité de Educación Continua en el marco de la Asociación Latinoamérica de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear (ALASBIMN) cuyas actividades se han realizado regularmente en los Congresos Nacionales y Regionales.

La tasa de crecimiento estimada en los próximos 5 años fue de un 21.5% (rango 0-50%).

Los radioisótopos y los radiofármacos contribuyen considerablemente a mejorar la atención de salud humana. En los últimos años se ha registrado un aumento a escala mundial del numero de procedimientos médicos relacionados con el uso de isótopos, y con él, un aumento proporcionado del numero de procedimientos que requieren isótopos distintos, por ejemplo en la medicina nuclear con fines de diagnostico y con fines de terapia con radiofármacos marcados con radionucleidos emisores beta. En el mundo hay mas de sesenta reactores de investigación que desempeñan una función primordial en la producción de radioisótopos médicos y se están construyendo al menos once reactores

o se ha previsto su construcción en varios países. En América Latina hay cuatro países que cuentan con reactores de investigación que producen radionucleidos que se utilizan en la preparación de radiofármacos.

Por otra parte, como se indica en un estudio reciente del OIEA (Directory of Cyclotrons used for Radionuclide Production in Member States, 2006, OIEA-DCRP/CD), se estima también que existen unos trescientos cincuenta ciclotrones disponibles, muchos de los cuales se dedican a la producción de isótopos para tomografías por emisión de positrones (PET). Si bien el número de ciclotrones en América Latina es diez, y se encuentran concentrados en seis países (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México y Venezuela se estima la duplicación de esta cantidad en los próximos años y la instalación en otros países (Ecuador, Perú y Uruguay).

Recientemente, los aumentos más significativos de las necesidades de isótopos se han registrado en relación con el ^{18}F producido en ciclotrón, fundamentalmente, para su utilización en síntesis de fluorodesoxiglucosa (FDG/ ^{18}F FDG), aplicaciones para PET para la detección, determinación de la fase y seguimiento del tratamiento de diversos tipos de cáncer, y también aplicaciones en neurología.

También se ha verificado un aumento en las necesidades de radionucleidos para terapia. Uno de los ejemplos es la producción de ^{177}Lu en reactores, para su uso en la preparación de radiofármacos basados en moléculas bioespecíficas como péptidos para el tratamiento de tumores neuroendocrinos o para marcar fosfatos para la terapia paliativa del dolor debido a metástasis óseas. Además existe una gran demanda de ^{90}Y para la preparación de radiofármacos, basados en anticuerpos monoclonales y en péptidos y su utilización en radioterapia interna. Por consiguiente, está aumentando el interés en el aislamiento y purificación del radionucleido padre, el ^{90}Sr , a partir de combustible nuclear gastado. El incremento de las unidades de PET en los centros médicos, también está aumentando el interés en radionucleidos emisores de positrones disponibles de generadores isotópicos especialmente $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$. La disponibilidad de esos generadores, en países desarrollados, no solo ayuda a realizar estudios PET en centros que carecen de ciclotrones, sino que también aumenta la calidad de la información derivada de las imágenes de tumores obtenidas por PET con radiofármacos de ^{68}Ga , pero de momento, en Latinoamérica, aun no se cuenta con los mismos.

En los últimos años se ha tendido al desarrollo tecnológico de punta, instalándose ciclotrones para producción de emisores de positrones, en particular ^{18}F , que son empleados a nivel clínico en tomografía de emisión de positrones (PET) con aplicaciones fundamentalmente en oncología.

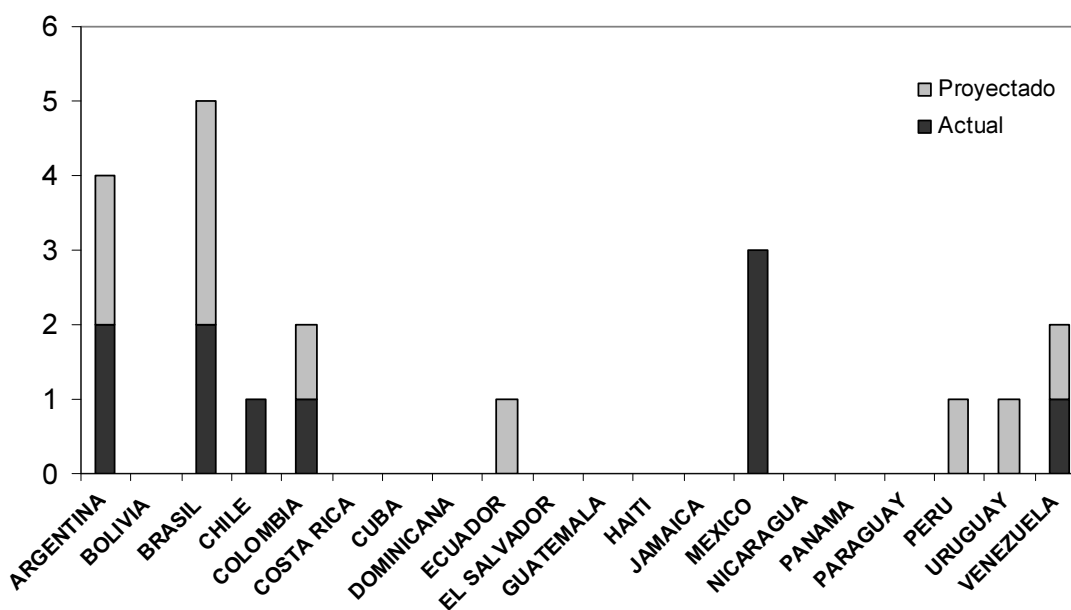


Figura 1. Número de ciclotrones instalados y proyectados en los países miembros de ARCAL

En la región de Latinoamérica y el Caribe existe un desarrollo desigual de la producción de radioisótopos y radiofármacos. Algunos países como Argentina, Brasil, Perú y México cuentan con reactores de investigación que permiten la producción nacional de radionucleidos para la preparación de radiofármacos de uso en diagnóstico y terapia.

Estos países también producen generadores de $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ para suministro a nivel de laboratorios de $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$; o soluciones a partir del método de extracción por solventes. En algunos de estos casos se exportan los generadores a otros países.

En cuanto a la producción de radiofármacos y juegos de reactivos para la preparación de radiofármacos existen tres tipos de instalaciones:

1. Radiofarmacia Hospitalaria: Es la unidad dentro del servicio de medicina nuclear en la cual se realizan distintos tipos de operaciones tales como dispensación de dosis individuales de los radiofármacos a los pacientes, marcación de juegos de reactivos con radionucleidos precursores o eluidos de generadores, preparación de radiofármacos basados en la marcación de elementos sanguíneos.

2. Radio farmacia Industrial: Es un establecimiento farmacéutico en el cual se producen juegos de reactivos o kits de radiofármacos, aplicando buenas practicas de manufactura, para su venta y distribución a servicios de medicina nuclear.

3. Radiofarmacia Centralizada: Es la entidad en que se realiza la preparación de radiofármacos y/o dispensación de dosis a partir de productos comerciales. Los radiofármacos son suministrados en viales multidosis, monodosis, o en jeringas. Esta modalidad de la Radiofarmacia ofrece una serie de ventajas frente a las unidades de radiofarmacia hospitalarias tradicionales dado que permiten optimizar los costos que podrían suponer una instalación similar (buenas practicas de manufactura) dentro de cada hospital o servicio de medicina nuclear. La preparación de radiofármacos en monodosis listas para su uso, incluye la adquisición, control y trazabilidad de todos los componentes y sustancias necesarias para la elaboración de los mismos.

A nivel de producción local de juegos de reactivos para la preparación de radiofármacos fundamentalmente para diagnostico se amplia el espectro de países que cuentan con laboratorios para la preparación local (bajo buenas practicas radiofarmacéuticas y de manufactura) de juegos de reactivos liofilizados (ej: Argentina, Brasil, Chile, Perú, Uruguay, etc). En otros países se preparan dichos juegos de reactivos a nivel hospitalario o a nivel de radiofarmacia centralizada (Colombia). En la Figura 2 se muestran los porcentajes de países que cuentan con los distintos tipos de radiofarmacia.

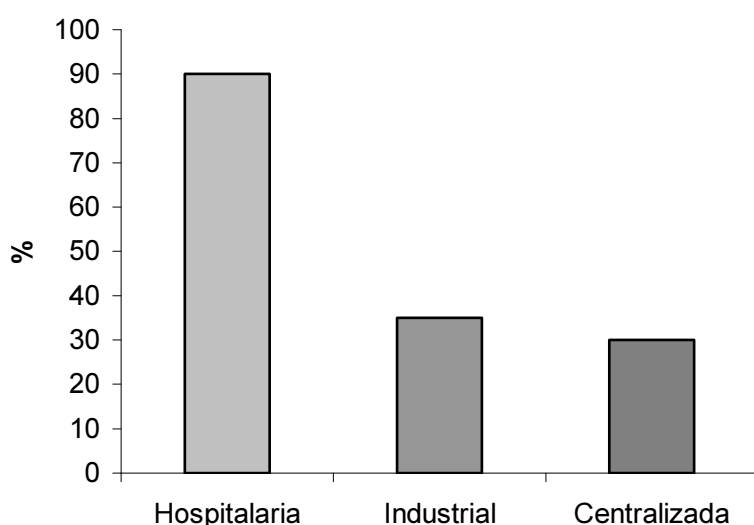


Figura 2. Porcentaje de los países que integran Arcal que cuentan con las distintas modalidades de Radiofarmacia

Varios países de la región están produciendo y utilizando a nivel clínico radiofármacos terapéuticos para terapia paliativa del dolor, radiosinovectomía, tumores hepáticos y tumores neuroendocrinos. En la figura 3 se indican los países que producen y/o utilizan radiofármacos marcados con ^{131}I , ^{153}Sm , ^{188}Re , ^{90}Y , en el caso de ^{177}Lu esta considerado el uso en el corriente año.

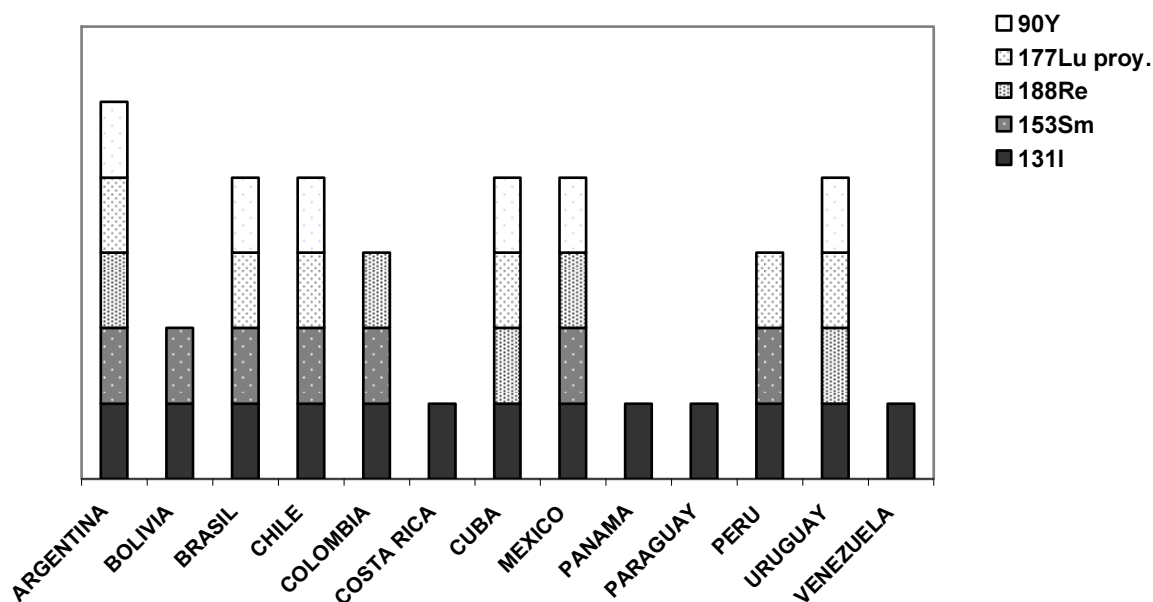


Figura 3. Principales radionucleidos terapéuticos producidos o empleados. En el caso de ^{177}Lu se indica la producción o uso proyectado para 2007

A nivel de capacitación, la situación de la región es desigual dado que algunos países como, Argentina, Brasil, Uruguay entre otros, cuentan con programas de capacitación en el área radiofarmacéutica a través de cursos a nivel universitario dictados anualmente y la realización de maestrías y doctorados en esta disciplina. En la mayoría de los países no se dictan cursos y la capacitación de los profesionales que cumplen tareas en radiofarmacia se realiza en el exterior, mediante becas de capacitación o de participación en cursos o talleres con docentes de la región.

Es de gran importancia lograr la organización de capacitaciones que otorguen el título habilitante en Radiofarmacia, el cual deberá ser reconocido a nivel regional e internacional, esto puede lograrse mediante el desarrollo de programas de estudio armonizados para el desarrollo de la Licenciatura en Radiofarmacia y la coordinación horizontal entre centros universitarios combinado con pasantías en centros de producción, desarrollo e investigación.

2. Radioterapia

Generalidades

El cáncer en América Latina constituye actualmente un problema de salud pública: Es la segunda causa de muerte a nivel regional ² (Tabla 1).

La región cuenta con una población aproximada de 572 millones de habitantes y presenta una incidencia de cáncer anual de 833.000 casos (167 casos por 100000 habitantes)³

² Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, World Population Prospects: The 2006 Revision. United Nations, New York, 2007

³ Globocan, 2002

<i>Major area</i>	<i>Population (millions)</i>			<i>Population in 2050 (millions)</i>			
	<i>1950</i>	<i>1975</i>	<i>2007</i>	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>	<i>Constant</i>
World	2 535	4 076	6 671	7 792	9 191	10 756	11 858
More developed regions	814	1 048	1 223	1 065	1 245	1 451	1 218
Less developed regions	1 722	3 028	5 448	6 727	7 946	9 306	10 639
Least developed countries	200	358	804	1 496	1 742	2 002	2 794
Other less developed countries	1 521	2 670	4 644	5 231	6 204	7 304	7 845
Africa	224	416	965	1 718	1 998	2 302	3 251
Asia	1 411	2 394	4 030	4 444	5 266	6 189	6 525
Europe	548	676	731	566	664	777	626
Latin America and the Caribbean	168	325	572	641	769	914	939
Northern America	172	243	339	382	445	517	460
Oceania	13	21	34	42	49	56	57

Tabla 1. Población 2007 en América Latina

La estimación de incidencia no traduce la realidad, ya que en registros nacionales de ciertos países de la región, las incidencias reflejan una mayor tasa de cáncer por 100000 habitantes, acercándose a la incidencia de países desarrollados de 500 casos por 100000 (subregistros).

Las incidencias predominantes son cáncer de pulmón para ambos sexos y discriminados por sexo: Cérvix, Mama y Próstata, presentándose frecuentemente con diagnósticos tardíos y estadios avanzados.

La Radioterapia es la terapéutica no quirúrgica que obtiene mas curaciones en cáncer (cirugía 49%, radioterapia 40%, y quimioterapia 11%). Se utiliza con fines curativos en 60% de los pacientes y es cada vez más eficaz al combinarse con cirugía y/o quimioterapia y últimamente con terapias biológicas. Es una efectiva opción para la paliación y control sintomático en el cáncer avanzado. Sustituye en muchos casos a la cirugía supraradical obteniendo mayores índices de preservación anatómica y funcional de órganos, mejorando la calidad de vida del paciente oncológico.

Por ser una especialidad compleja desde el punto de vista tecnológico requiere fuertes inversiones con implicación activa y permanente del Estado para mantener la calidad de sus procedimientos. Esta estrechamente ligada a la dotación tecnológica tanto en radioterapia externa con nuevas generaciones de aceleradores e instalación de redes integrando todos los procesos de la secuencia terapéutica, así como también en braquiterapia con proyectores de fuentes a control remoto y planificación tridimensional con TAC.

La región ha estado expuesta a una evolución constante de estas tecnologías conllevando a exigencias crecientes en cuanto a mantenimiento, control de calidad, recurso humano y seguridad de los tratamientos.

Inventario de recursos

La radioterapia debe ser de distribución equitativa, eficaz, eficiente, efectiva y de calidad con altos patrones de seguridad. Debe priorizar sus necesidades en función de lo existente: qué tenemos, qué asistencia podemos dar, cuánto más necesitamos para cubrir las necesidades, con qué calidad y seguridad lo debemos hacer y, finalmente, cuánto se debe invertir.

A –Dotación Tecnológica Actual

El censo utilizado para cuantificar la dotación tecnológica en radioterapia externa, es el resultado de un trabajo realizado en el marco de proyectos ARCAL⁴ (tabla 2). Estas cifras merecen ser actualizadas a corto plazo debido al ritmo de adquisiciones que la radioterapia moderna impone (por ejemplo para el 2006 en Venezuela se ha incrementado el número de aceleradores en más de un 100%).

Population, total number of radiation oncology departments, megavoltage machines, and relationships between population/departments and machines/population in each country

Country	Population ^a	Centres	Cobalts ^b	LINACs ^c	Million/centre	Mv/million
Argentina	38	89	72	54	0.43	3.32
Bolivia	8.7	6	5	1	1.45	0.69
Brazil	175	151	112	158	1.16	1.54
Chile	15.6	22	15	16	0.71	1.99
Colombia	43.8	38	39	17	1.15	1.28
Costa Rica	4.2	3	3	3	1.40	1.43
Cuba	11.3	9	10	2	1.26	1.06
Dom. Rep	8.7	3	3	1	2.90	0.46
Ecuador	13.1	8	7	5	1.64	0.92
El Salvador	6.5	2	3	0	3.25	0.46
Guatemala	12	6	6	2	2.00	0.67
Haiti	8.7	0	0	0		
Mexico	101.8	75	82	20	1.36	1.00
Nicaragua	5.3	1	1	0	5.30	0.19
Panama	3	3	2	4	1.00	2.00
Paraguay	5.8	4	4	2	1.45	1.03
Peru	26.8	12	9	8	2.23	0.63
Uruguay	3.4	8	9	5	0.43	4.12
Venezuela	25	30	14	16	0.83	1.20
Total	516.7	470	396	314	1.10	1.37

^a Population in millions.

^b Cobalt 60 machines.

^c Linear accelerators.

Tabla 2. (Tomado de la referencia 3)

La distribución de los equipos no es equitativa, varía entre países desde 0.1 a 3.3 unidades de tratamiento por millón de habitantes. Estas cifras están muy por debajo de los referenciales internacionales⁵ que indican un promedio de 5.5 unidades por millón de habitantes en América Latina.

⁴ Zubizarreta E., Poitevin A., Levin C. *Overview of radiotherapy resources in Latin America: a survey by the International Atomic Energy Agency (IAEA)*. Radiotherapy and Oncology 73 (2004) 97-100.

⁵ Slotman B., Cottier B., Bentzen S., Heeren G., Lievens Y., y van den Bogaert W. *Overview of national guidelines for infrastructure and staffing of radiotherapy. ESTRO-QUARTS: Work package 1*. Radiotherapy and Oncology 75 (2005) 349.e1–349.e6.

De acuerdo con la referencia 3, la mayoría de las unidades de tratamiento son unidades de cobalto y los aceleradores lineales se encuentran concentrados esencialmente en los países de alto per capita (Figura 4).

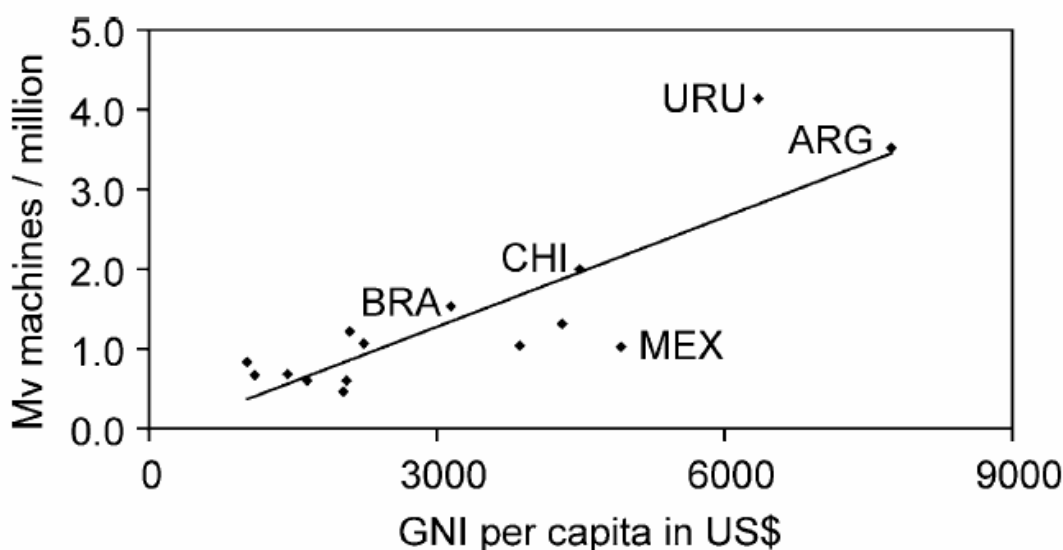


Figura 4. (Tomado de la referencia 3)

En cuanto se refiere a dotación en braquiterapia, simuladores y sistemas de planificación, el censo dio los resultados presentados en las Tablas 4 y 5.

Cabe recalcar que la braquiterapia útero-vaginal aumenta las tasas de curabilidad en cáncer de cérvix avanzado estadio III (con incidencia elevada en varios países del área) de 30 a 68 % en 5 años cuando se asocia a una radioterapia externa de buena calidad. Su uso deficiente o ausente incide drásticamente en las tasas de control local y sobrevida en el cáncer de cérvix localmente avanzado. Sin embargo, el análisis del censo en cuanto a braquiterapia se refiere, no representa la importancia que ella tiene en el tratamiento del cáncer: no se analiza la importancia estratégica de su dotación y no se contempla el desarrollo tecnológico avanzado que ha permitido en un decenio pasar de procedimientos de carga manual o carga automática (fuentes de baja tasa de dosis de iridio o cesium) a tratamientos de control remoto de alta tasa de dosis y planificación tridimensional.

La dotación de simuladores convencionales para técnicas 2D, de tomógrafos para simulación virtual y sistemas de planificación son un reflejo de la calidad de la radioterapia en la región.

Country	Population	LDR man	LDR RCAL	MDR RCAL	HDR RCAL
Argentina	38	59		1	3
Bolivia	8,7	4	3		
Brasil	175	8			61
Chile	15,6	44			9
Colombia	43,8	20	4	4	11
Costa Rica	4,2				2
Cuba	11,3	8			3
Dom. Rep	8,7				
Ecuador	13,1	3	7	1	2

Country	Population	LDR man	LDR RCAL	MDR RCAL	HDR RCAL
El Salvador	6,5	3	1		
Guatemala	12	8		1	1
Haití	8,7	0			
México	101,8	62	3	1	5
Nicaragua	5,3			1	
Panamá	3	6	1		2
Paraguay	5,8	1	2		
Perú	26,8	20			2
Uruguay	3,4	7	1	1	
Venezuela	25	16	1	1	2
Total	516,7	269	23	11	103

Tabla 3 Dotación en braquiterapia (tomado de la referencia 3)

Country	Population	GNI/cap	Simulation		
			Conv.	CT	TPS
Argentina	38	7737	22	10	28
Bolivia	8,7	1027	2		3
Brasil	175	3147	20	14	50
Chile	15,6	4492	4	5	15
Colombia	43,8	2092	8	5	34
Costa Rica	4,2	3865	2	1	5
Cuba	11,3	2240	3	0	11
Dom. Rep	8,7	2112			
Ecuador	13,1	1103	7	3	12
El Salvador	6,5	2024	1		1
Guatemala	12	1650	1		4
Haití	8,7	536			
México	101,8	4924	10		20
Nicaragua	5,3	459	1		1
Panamá	3	3398	1		4
Paraguay	5,8	1444	0		2
Perú	26,8	2060	4		5
Uruguay	3,4	6356	2	2	7
Venezuela	25	4312	3	1	9
Total	516,7	3054	91	41	211

Tabla 4. Simuladores y planificadores (tomado de la referencia 3)

B- Recursos Humanos Disponibles (referencia 3)

La formación de la mayoría de radioterapeutas se ha realizado dentro de la región; 12 de los 18 países tienen programas de post-grado de 3 a 4 años. La formación de técnicos no es universitaria en su gran mayoría.

Country	Population	GNI/cap	Centres	Rad Onc	Med Phys	Dosim.	RTTs
Argentina	38	7737	89	130	50	11	264
Bolivia	8,7	1027	6	14	5		18
Brasil	175	3147	151	350	120	0	1500
Chile	15,6	4492	22	48	5		49
Colombia	43,8	2092	38	52	12	23	55
Costa Rica	4,2	3865	3	6	3	6	6
Cuba	11,3	2240	9	37	22	12	47
Dom. Rep	8,7	2112	3	5	3	1	11
Ecuador	13,1	1103	8	10	6		30
El Salvador	6,5	2024	2	6	2		8
Guatemala	12	1650	6	9	5	0	17
Haití	8,7	536	0	0	0	0	0
México	101,8	4924	75	141	40	0	160
Nicaragua	5,3	459	1	3	3	0	6
Panamá	3	3398	3	6	6	7	18
Paraguay	5,8	1444	4	7	5	1	12
Perú	26,8	2060	12	19	9	1	40
Uruguay	3,4	6356	7	24	3	2	28
Venezuela	25	4312	30	66	11	6	57
Total	516,7	3054	469	933	310	59	2326

Tabla 5. Recurso humano en Latinoamérica (tomado de la referencia 3)

C- Clasificación de los centros según recursos

Un ejemplo de modelo de clasificación de los centros en función de su infraestructura tecnológica y recurso humanos fue propuesta en la referencia 3. Se dividen los centros en 4 niveles y se concluye que en América Latina 51% de los centros son de nivel I, 25% de nivel II, y sólo un 3% es de nivel III. Llama la atención que un número muy significativo de centros son nivel 0 (21%), no cuentan con físico médico y paradójicamente se encuentran en su mayoría en Argentina, Colombia y Venezuela que tienen dotación tecnológica importante con aceleradores.

Requerimientos

A- Clínicos

La radioterapia está indicada en altos porcentajes en los cánceres más frecuentes en América Latina⁶ (Tabla 6).

Optimal Radiotherapy Utilization Rate by Cancer Type

Tumor type	Proportion of all cancers	Proportion of patients receiving radiotherapy	Patients receiving radiotherapy (% of all cancers)	Reference
Breast	0.13	83	10.8	Delaney et al. ¹²
Lung	0.10	76	7.6	Delaney et al. ¹³
Melanoma	0.11	23	2.5	Delaney et al. ¹⁴
Prostate	0.12	60	7.2	Delaney et al. ¹⁶
Gynecologic	0.05	35	1.8	Delaney et al. ^{18,19}
Colon	0.09	14	1.3	Delaney et al. ¹⁵
Rectum	0.05	61	3.1	Delaney et al. ¹⁵
Head and neck	0.04	78	3.1	Delaney et al. ¹⁷
Gall bladder	0.01	13	0.1	Delaney et al. ¹⁵
Liver	0.01	0	0.0	Delaney et al. ¹⁵
Esophageal	0.01	80	0.8	Delaney et al. ¹⁵
Stomach	0.02	68	1.4	Delaney et al. ¹⁵
Pancreas	0.02	57	1.1	Delaney et al. ¹⁵
Lymphoma	0.04	65	2.6	Featherstone et al. ²⁰
Leukemia	0.03	4	0.1	Featherstone et al. ²¹
Myeloma	0.01	38	0.4	Featherstone et al. ²¹
Central nervous system	0.02	92	1.8	Delaney et al. ²²
Renal	0.03	27	0.8	Delaney et al. ¹⁶
Bladder	0.03	58	1.7	Delaney et al. ¹⁶
Testis	0.01	49	0.5	Delaney et al. ¹⁶
Thyroid	0.01	10	0.1	Delaney et al. ²²
Unknown primary	0.04	61	2.4	Delaney et al. ²²
Other	0.02	50	1.0	See citations in text
Total	1.00	-	52.3	

Tabla 6. (tomado de la referencia 5)

B- Equipos

De acuerdo con los datos presentados en las secciones anteriores se necesitan 1111 unidades de tratamiento en Latinoamérica. En total sobre el último censo de 2003 (referencia 3) se contabilizan 396 cobaltos y 315 aceleradores, indicando un déficit de 400 unidades de tratamiento en la región, lo cual genera listas de espera por fuera de los referenciales internacionales e inequidad de la atención.

Se estima que el número de pacientes que deben ser tratados por unidad de radioterapia externa por año (en turnos de doce horas de trabajo) es de 500 pacientes, esta cifra podría aumentar si se cuenta con aceleradores dotados de colimadores multihojas y/o cuñas dinámicas. Se debe hacer constar, sin embargo, que en las etapas iniciales el número de pacientes tratados / hora tiende a ser menor. Así, las necesidades de equipos en Latinoamérica se la registra en la Tabla 7.

⁶ Delaney G., Jacob S., Featherstone C., y Barton M. *The Role of Radiotherapy in Cancer Treatment: Estimating Optimal Utilization from a Review of Evidence-Based Clinical Guidelines*. Cancer 104 (2005) 1129–37.

Country	Population	Centres	Cancers	for RT (60%)	Mv needs
Argentina	38	89	102500	61500	123
Bolivia	8,7	6	7000	4200	8
Brasil	175	151	294000	176400	353
Chile	15,6	22	34000	20400	41
Colombia	43,8	38	55500	33300	67
Costa Rica	4,2	3	5200	3120	6
Cuba	11,3	9	25100	15060	30
Dom. Rep	8,7	3	10500	6300	13
Ecuador	13,1	8	17800	10680	21
El Salvador	6,5	2	8000	4800	10
Guatemala	12	6	12300	7380	15
Haití	8,7	0	9200	5520	11
México	101,8	75	121800	73080	146
Nicaragua	5,3	1	4816	2889,6	6
Panamá	3	3	4500	2700	5
Paraguay	5,8	4	4800	2880	6
Perú	26,8	12	29400	17640	35
Uruguay	3,4	7	12400	7440	15
Venezuela	25	30	28600	17160	34
Total	516,7	469	787416	472449,6	945
				Globocan 60%	1/500

Tabla 7. Equipos de teleterapia necesarios en la región (referencia 3)

Las necesidades en braquiterapia se estiman considerando que 12% de los pacientes oncológicos requirieren este procedimiento (en cáncer de cuello uterino esta cifra se estima en un 70%). Se considera además, que una unidad de baja tasa de dosis trata 2-3 pacientes por semana y una de alta tasa de dosis puede tratar 6 pacientes en una jornada de ocho horas.

En América Latina se necesita una unidad de braquiterapia por centro (470), lo que representa aproximadamente 400 equipos, considerando que debe sustituirse la utilización de la braquiterapia manual por unidades de control remoto, y que por el momento se debe excluir los centros de nivel 0 (por ausencia de físico médico).

Igualmente cada centro de radioterapia debe estar dotado de al menos de al menos un simulador convencional y un planificador 2D, lo cual indica una necesidad de aproximadamente 500 simuladores y/o TAC, e igual número de planificadores.

C-Recursos Humanos

De acuerdo con las recomendaciones del OIEA⁷ se necesita un radioterapeuta por cada 250 pacientes, un físico médico por cada 400 y cinco técnicos por equipo en dos turnos. Lo cual trae como consecuencia las necesidades registradas en el Tabla 8.

⁷ Tec 1040

Country	Population	Centres	cancers	for RT (60%)	RO needs	MP needs	RTT needs
Argentina	38	89	102500	61500	246	154	615
Bolivia	8,7	6	7000	4200	17	11	42
Brasil	175	151	294000	176400	706	441	1764
Chile	15,6	22	34000	20400	82	51	204
Colombia	43,8	38	55500	33300	133	83	333
Costa Rica	4,2	3	5200	3120	12	8	31
Cuba	11,3	9	25100	15060	60	38	151
Dom. Rep	8,7	3	10500	6300	25	16	63
Ecuador	13,1	8	17800	10680	43	27	107
El Salvador	6,5	2	8000	4800	19	12	48
Guatemala	12	6	12300	7380	30	18	74
Haití	8,7	0	9200	5520	22	14	55
México	101,8	75	121800	73080	292	183	731
Nicaragua	5,3	1	4816	2889,6	12	7	29
Panamá	3	3	4500	2700	11	7	27
Paraguay	5,8	4	4800	2880	12	7	29
Perú	26,8	12	29400	17640	71	44	176
Uruguay	3,4	7	12400	7440	30	19	74
Venezuela	25	30	28600	17160	69	43	172
Total	516,7	469	787416	472449,6	1890	1181	4724

Tabla 8. Necesidad de radioncólogos, físicos médicos y técnicos.

Actualmente se puede recomendar 2 técnicos por unidad y por turno de trabajo de 6-7 horas, 1 técnico por simulador por turno, 1 técnico en braquiterapia por turno, 1 técnico para taller de moldes: El entorno administrativo es importante se debe tener un administrativo por cada 500 pacientes para aliviar esta carga del tiempo efectivo del personal asistencial.

D-Capacitación y formación

Teniendo en cuenta que en la región ha habido un rápido aumento no solamente de la cantidad de centros y equipos, sino de la complejidad de los mismos el déficit de número de profesionales se ve agravado por la necesidad adicional de formación relacionada con nueva demanda y mayor complejidad. Actualmente existen dentro de la región 35 instituciones que otorgan capacitación, pero 50% están concentradas en Argentina, Brasil y Cuba.

En este aspecto, un fenómeno no exclusivo de América Latina que no debe perderse de vista, es el múltiple empleo, es decir el hecho de que cada radioterapeuta y físico médico trabaja en 2 o 3 instituciones simultáneamente. Por lo tanto, analizar solamente la cantidad de profesionales podría dar una idea inexacta de la realidad. Dicha cuantificación asume que cada profesional trabaja una jornada de trabajo completa (8 hs.) en la misma institución. Así, el déficit aparece menor pero siendo que es el mismo número de profesionales que trabaja a tiempo parcial en cada centro, esto puede influir negativamente en la calidad del tratamiento. En futuros estudios se debe calcular el personal usando el criterio de Full-time Equivalent (FTE).

Los datos incluidos en el PER arrojan como resultado que el número actual de radio-oncólogos cubre solamente el 50% de las necesidades actuales y el de físicos médicos el 30%.

Por otro lado, con el objetivo de facilitar la acreditación cruzada de profesionales y su movilidad, se podría sugerir el aunar recursos entre los centros líderes existentes a fin de crear una red regional de educación en cáncer. Esta red, en parte tendría como propósito el unificar los contenidos de los programas de estudios adaptándolos a las necesidades específicas de la región.

3. Física Médica y Protección radiológica del paciente

La radioterapia es un proceso complejo para el cual la experiencia de más de un siglo ha llevado al establecimiento de etapas, procedimientos e infraestructura tecnológica, sin los cuales no es posible una atención de calidad.

De acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (ICRU), en su informe 24 (1), se requiere una exactitud de $\pm 5\%$ (en un contexto donde las incertidumbres se estimaban al nivel de intervalos de confianza de 95%) en el suministro de la dosis a un volumen blanco, si se perseguía la erradicación del tumor primario. En el contexto moderno esto correspondería a un criterio $\pm 2.5\%$, muy estricto dada la complejidad del proceso de la radioterapia (2). Esto significa que debe procurarse una radioterapia en la cual los errores sistemáticos en cada una de las etapas del proceso sean eliminados y los errores aleatorios sean reducidos por medio de buenas técnicas y procedimientos.

La radioterapia es una modalidad de tratamiento que necesita una infraestructura tecnológica de alta complejidad, que suele incluir sistemas de dosimetría para caracterización y calibración de los haces de radiación, sistemas de simulación (convencional, por tomografía computarizada o virtual), sistemas computarizados de planeación, unidades de tratamiento (de megavoltaje y de braquiterapia), sistemas de verificación y redes internas para manejo y transmisión de la información técnica y administrativa.

La complejidad tecnológica necesaria y los riesgos asociados a la irradiación de pacientes (3), exigen también el concurso de un equipo humano especializado, constituido por radioncólogos, físicos médicos, tecnólogos de radioterapia y enfermeros, así como el apoyo de un servicio técnico de mantenimiento responsable del buen funcionamiento de los equipos.

La calidad de un tratamiento de radioterapia está íntimamente ligada a factores clínicos (diagnóstico, localización del tumor, estrategia de tratamiento escogida, verificación continua y control del paciente) y físicos (incertidumbre en el cálculo de la dosis, su optimización y verificación, idoneidad de los equipos dosimétricos, de cálculo y de administración de tratamiento, entre otros). El nivel de conocimiento y experiencia de cada uno de los miembros del equipo afectará significativamente la calidad del tratamiento (2) y la protección del paciente (3).

Una recopilación de datos realizada por el Organismo Internacional de la Energía Atómica, para 18 países de América Latina con instalaciones de radioterapia, publicada en 2004 (4), reporta un total de 710 unidades de teleterapia (MV) para 508 millones de habitantes, con un promedio de 1.37 MV/millón en un rango entre 0.19 hasta 3.32 MV/millón. Teniendo en cuenta la incidencia de cáncer anual cercana a los 200 nuevos casos por cada 100.000 habitantes (5) se requeriría aproximadamente 2MV/millón.

Los resultados de la publicación (4) muestran que de los 470 centros estudiados más del 21% son de nivel 0 (centros equipados únicamente con una unidad de teleterapia), 51% de nivel 1 (centros que cuentan con unidades de teleterapia, braquiterapia, sistemas de planeación de tratamiento, inmovilización de pacientes, un radio-óncologo y al menos un físico médico de tiempo parcial), 25 % de nivel 2 (centros que adicionalmente cuentan con sistemas de simulación, posibilidad de construcción de bloques personalizados y un físico médico de tiempo completo) y solamente 3% de nivel 3 (con capacidad de ofrecer al paciente técnicas especiales como radioterapia por intensidad modulada, radiocirugía o radioterapia intra-operatoria).

Esto indica que la calidad global del 21% de los centros de radioterapia en América Latina está por debajo del mínimo aconsejable (6) y no cumplen el requisito de las Normas Básicas de Seguridad (BSS) de contar con un experto cualificado en física de radioterapia. Además, 51 % más de los servicios debe ser complementado con sistemas de simulación y posibilidad de bloques personalizados (2), lo cual resulta en un total 72% de los centros de radioterapia en la región deben ser mejorados sustancialmente, para mejorar la protección radiológica del paciente.

Otro aspecto que tiene incidencia en la calidad del tratamiento es la edad media y el estado de la tecnología instalada. En evaluaciones hechas por OIEA y OPS se ha constatado la existencia de fuentes de cobalto de muy baja actividad y equipos antiguos y remanufacturados, para los cuales el soporte de mantenimiento es deficiente.

Los países en desarrollo afrontan varios retos al adoptar tecnologías para la atención en salud ya que la mayoría de los dispositivos médicos están diseñados para ser usados en los países industrializados. Como consecuencia, cerca del 30% de los equipos complejos permanece sin usarse, mientras que los que están en operación, entre un 25% y 35% del tiempo se encuentran fuera de servicio debido a la débil capacidad existente para su mantenimiento. Una causa fundamental identificada es una gestión ineficaz de estas tecnologías, incluyendo la planificación, la adquisición y las operaciones posteriores (7).

En relación con el recurso humano, se recomienda la vinculación de un físico-médico especialista en radioterapia por cada 400 pacientes nuevos al año (8, 9). Aunque esta recomendación es en general aceptada a la hora de planear un nuevo servicio de radioterapia, las guías actualmente establecidas en países europeos (10), indican diferencias de criterios: en Holanda 1 físico-médico por cada acelerador lineal y 1 físico-médico por cada 650 pacientes nuevos por año, en Luxemburgo 1 físico-médico por cada 600 pacientes y en Bélgica un físico-médico por 750 pacientes nuevos año (6). Sin embargo, a título comparativo, debemos resaltar que de acuerdo con la información recopilada en la base de datos DIRAC, en los países industrializados hay 5 físicos médicos por millón de habitantes, mientras que en América Latina y El Caribe esta cifra es de 0.7.

Uno de los problemas reconocidos en la región es la deficiencia no solamente en número sino también en nivel de formación de los físicos-médicos, que se evidencia en algunos países. De acuerdo con los datos publicados en el año 2004, de la evaluación que hiciera el Organismo Internacional para la Energía Atómica en 19 países de América Latina (4), de 357 físicos médicos reportados 241 tenían un grado específico en física médica (concentrados en Argentina y Brasil principalmente). Esto indica que en el resto de la región la mayoría de los físicos vinculados a la práctica médica se han formado trabajando en los hospitales.

Esta tendencia está cambiando gracias a la creación de programas de postgrado en física de la radioterapia o física médica (Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Venezuela y México) y al fortalecimiento de las legislaciones nacionales sobre la habilitación de los servicios de radioterapia. De acuerdo con los informes del ARCAL LXXXIII, existen en la región 11 programas de posgrado en

Física Médica o con línea de investigación en Física Médica, sin embargo, el número de egresados de esos programas no cubre las necesidades actuales de la región.

Los resultados preliminares del sondeo realizado en el proyecto ARCAL LXXXIII indican que hoy en día cerca de 400 físicos trabajan en los servicios de radioterapia, mientras que teniendo en cuenta la infraestructura técnica y el tipo de procedimientos aplicados, se necesitarían del orden de 800.

Dado que el número de físicos médicos cualificados es insuficiente o inexistente en muchos centros de la región, los requisitos de las NBS referentes a calibración, dosimetría y garantía de calidad en radioterapia no son satisfechos, en detrimento de la protección radiológica del paciente.

La ocurrencia de exposiciones graves de pacientes (3) en el mundo y particularmente en la región (11, 12), indican que ellas se han producido por la ausencia de Programas de Garantía de Calidad debidamente estructurados y funcionales. Las lecciones aprendidas de esos accidentes identifican fallas en la aplicación de los procedimientos (particularmente no verificación doble del tiempo de tratamiento), fallas en los mecanismos de comunicación de la información entre miembros del equipo de trabajo, problemas de formación insuficiente del personal (especialmente de física médica), falta de seguimiento de los pacientes y no cumplimiento de protocolos de aceptación y puesta en servicio de equipos y programas de cálculo (6).

En todos los casos, los eventos iniciadores han estado relacionados con un aspecto físico del proceso, lo cual demuestra la urgente necesidad de formación y entrenamiento clínico suficientemente profundos para los físicos médicos de la región, así como un trabajo riguroso orientado por códigos de práctica y guías técnicas.

La radiología diagnóstica convencional —básica y especializada—, la radiología intervencionista, la ecografía y la medicina nuclear diagnóstica cumplen actualmente con una función esencial en los procesos clínicos de atención de la salud (1). Estos servicios de diagnóstico por imagen abarcan un amplio espectro de aplicaciones clínicas, que comprenden desde el diagnóstico y seguimiento de enfermedades y situaciones muy comunes y de alta incidencia en la población como enfermedades respiratorias, traumatismos, afecciones digestivas, control de la gestación o afecciones mamarias entre otras, hasta enfermedades más complejas como las tumorales, sida, afecciones del sistema nervioso central, enfermedades cardiovasculares (2) y tuberculosis.

El acceso a los servicios de diagnóstico por imagen en la región además de bajo no es equitativo. Los datos específicos para América Latina se esperan en el reporte de UNSCEAR a publicar en 2007, se sabe sin embargo que en la región hay un acceso muy limitado y que la mayoría de los servicios de imaginología se encuentran en las grandes ciudades, mientras que gran parte de las poblaciones rurales y las urbanas pobres no tienen acceso en absoluto (3).

La eficiencia clínica de los servicios de imaginología y la protección del paciente están estrechamente ligadas al concepto de *optimización* de las exposiciones. Cuando el criterio de justificación se satisface, el estudio de diagnóstico debe realizarse con un esfuerzo bien conciente para conseguir la mayor cantidad de información diagnóstica posible con la menor exposición.

La importancia de la garantía de calidad para la eficiencia clínica, la operación costo-eficiente y la protección del paciente en imaginología está ampliamente documentada en los países desarrollados y en las normas básicas de seguridad (NBS) del OIEA. Un estudio multicéntrico realizado por la OPS en Argentina, Bolivia, Colombia, Cuba y México demostró que existe una relación directa entre la certeza en la interpretación radiológica y la calidad de las imágenes radiográficas. A la vez, la calidad de las imágenes estuvo directamente relacionada con el nivel de formación y capacitación de los técnicos de radiología, entre otros requisitos de equipamiento (4). Las conclusiones de este estudio confirman la importancia de la formación continua del personal y de la implementación de programas de garantía de calidad supervisados por un físico médico especializado en imaginología.

El déficit de físicos médicos en imagenología en Latinoamérica es más crítico que en Radioterapia. Aunque aún no existen cifras exactas, a partir del sondeo preliminar realizado para el proyecto ARCAL LXXXIII se estima que apenas la cuarta parte de los recursos humanos en física médica en la región se desempeñan en esta área. La creación de programas de posgrado que ha ocurrido en la región en los últimos 10 años representa una oportunidad incipiente para mitigar esta situación, pues se sabe que si no todos, al menos algunos de esos programas integran contenidos y prácticas en imagen diagnóstica.

Los resultados preliminares del sondeo del proyecto ARCAL LXXXIII identifican que la escasez de físicos médicos en general tiene varias causas: se trata de una profesión relativamente nueva en la región, existe una falta de reconocimiento legal en la mayoría de los países por parte de los ministerios de salud, el estatus de los físicos en los hospitales es bajo, y en muchos países el cargo no existe en la clasificación de los Ministerios de Salud o de Trabajo. Estas circunstancias se agravan en imagenología porque hay un bajo nivel de reconocimiento de la función del físico en garantía de calidad y la protección radiológica del paciente.

Para ayudar a resolver la problemática en garantía de calidad y protección radiológica del paciente en imagenología, el OIEA promueve el establecimiento de legislaciones y regulaciones nacionales basadas en las normas básicas de seguridad y desarrolla proyectos de capacitación en garantía de calidad, dosimetría a nivel de radiodiagnóstico y aplicación de códigos de práctica. La Organización Panamericana de la Salud a su vez, promueve y desarrolla programas de formación (de radiólogos y tecnólogos) y de garantía de calidad, dirigidos a la evaluación de servicios de imagenología en América Latina y el Caribe con el fin de documentar la situación y desarrollar programas globales de garantía de calidad adaptados a la situación regional (5).

El proyecto ARCAL LXXV para la determinación de niveles orientativos de dosis en radiografía e intervencionismo es otro ejemplo de iniciativas de apoyo con gran potencial para la mejora de la práctica y la promoción del rol del físico médico. Cualquiera que sea la motivación clínica de un estudio de imagenología, el balance dosis-calidad de imagen está influenciado por el funcionamiento del sistema de imagen y el desempeño del personal médico y técnico que conduce el estudio. Los niveles orientativos específicos para la región serán una valiosa referencia para la optimización sistemática de la cadena de adquisición de imágenes, tarea que sólo es posible bajo la asesoría de físicos médicos especializados en imagenología.

El acelerado desarrollo tecnológico en el diseño y fabricación de sistemas de imagen en los últimos 10 años ha hecho que paulatinamente se integren a nuestro entorno tecnologías más complejas en todas las modalidades de imagen. Uno de los retos que esta tendencia le plantea a la región es la falta generalizada de procesos de gestión y planeación para la incorporación de tecnología. Esta situación suele derivar en la subutilización de los sistemas de imagen y en casos como la radiografía digital, la tomografía helicoidal multicorte y los sistemas de fluoroscopia para intervencionismo, en un incremento en el riesgo de exposiciones innecesariamente altas a la población de pacientes, siendo la población pediátrica un grupo de especial interés.

La disponibilidad de sistemas digitales de imagen (especialmente en radiografía y mamografía digital) también ofrece la posibilidad de utilizar la teleradiología como medio para la participación a distancia de médicos radiólogos para aminorar así el problema de acceso en las regiones aisladas de los centros urbanos. Esta posibilidad ya ha sido prevista por la OPS (5) y sin embargo, además de las dificultades de instalación y mantenimiento que esas regiones presentan, la falta de profesionales en física médica capaces de brindar asesoría y supervisión en este tipo de instalaciones es otro factor que dificulta la implementación de soluciones como ésta.

4. Nutrición

Una población bien alimentada es más sana, tiene tasas de fertilidad y mortalidad más bajas, aumenta su desarrollo mental y capacidad cognitiva, mejor educación, y por ende es una población más productiva, lo que influye en el desarrollo del país. Sin embargo, en América Latina y el Caribe, hay desigualdades económicas y de desarrollo, que han generado en la región, dos realidades en el ámbito de la Salud: **malnutrición por exceso o malnutrición por déficit**. La lucha contra la desnutrición ha sido mucho más lenta de lo previsto. Aunque la meta de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996 fue disminuir a la mitad el número de personas con inseguridad alimentaria para el año 2015, la tasa de desnutrición en la década de los años noventa sólo disminuyó a razón de 4 millones por año.

A ese ritmo, el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias prevé que el número de niños desnutridos menores de 6 años (peso/edad = -2SD) sólo descenderá a 150 millones en el año 2020, contra lo previsto por James et al (2000), que establece que para alcanzar la meta prevista, se debería disminuir 22 millones por año (James *et al.*, 2000).

Los datos sobre causas de muerte son un indicador aproximado del tipo de malnutrición presente en la población. A medida que aumenta la obesidad, también aumentan las muertes por enfermedades cardiovasculares y cáncer. Por el contrario, cuando predominan las infecciones como causas de muerte, la desnutrición tiende a ser alta y la obesidad baja. El patrón de mortalidad en América Latina ha sido influido por la transición demográfica y epidemiológica. A medida que la tasa de mortalidad infantil y de fertilidad disminuye, la población envejece y la carga de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) aumenta **En la actualidad las enfermedades crónicas no transmisibles corresponden a casi 2/3 de las muertes totales**

Una breve descripción de los principales problemas en la región pueden resumirse como sigue:

- En los países de bajos ingresos, **la desnutrición infantil y la mortalidad infantil** siguen siendo los problemas más importantes. Nuestra región tiene 77 millones de pobres, lo que es inaceptable en una región que tiene el PIB más alto, de las naciones en desarrollo. La desnutrición crónica afecta al 16,5% de los niños, bajo cinco años en la región (8.8 millones).
- Actualmente, en el mundo hay más de 20 millones en **niños con bajo peso al nacer** y en América Latina sobre un millón de niños nacen con bajo peso al nacer. Las cifras de América Latina, pueden estar subestimadas, ya que solo hay un reporte del 50% de los nacimientos, lo que afecta probablemente a las comunidades más pobres. Esto sería evitable si la nutrición materna previa y durante embarazo y lactancia fuese la adecuada
- **La desnutrición crónica** -es decir, el déficit de talla para la edad- produce efectos irreversibles y se relaciona directamente con la extrema pobreza. La situación es grave en países centroamericanos como Guatemala (46% de los menores de 5 años en el período 1995-2002), lo que supera los promedios de Asia, África y Honduras (29%) así como la de países andinos (Ecuador 27%, Bolivia 26% y Perú 25%). Una adecuada ingesta alimentaria y de micronutrientes aportaría a la solución del problema.
- A medida que disminuye la fecundidad, aumenta **la población mayor de 65 años y con ello la carga de enfermedades no transmisibles**. América Latina, comienza a darle importancia a las intervenciones que podrían prevenir la alta prevalencia de factores de riesgo de enfermedades crónicas.
- En las enfermedades crónicas, las causas son multifactoriales: patrón de consumo de alimentos, patrón de actividad física y ejercicio. El actual Presidente de la IUNS (Sociedades de Nutrición del mundo), plantea, que estos factores predisponentes "se transmiten como virtuales agentes infecciosos que acompañan la vida moderna; se diseminan por los medios de comunicación masivos y las estrategias de mercadeo. El desplazamiento de los alimentos tradicionales de nuestras dietas, el progresivo consumo de alimentos pobres en nutrientes y densos en energía, el aumento explosivo en el número de los vehículos motorizados, la proliferación de los dispositivos

que ahorran trabajo físico, y la inactividad física característica del trabajo y recreación actual son los verdaderos vectores de la epidemia de obesidad que nos afecta".

- **La Estrategia sobre Dieta y Actividad Física** aprobada por la Asamblea Mundial de la Salud, proporciona las orientaciones básicas; mas se requerirá liderazgo y decisión política en los países, para incorporar la prevención de las enfermedades crónicas en los sistemas de salud primaria, con un enfoque integral en el curso vital.

En la *Tabla 9*. se muestra el cambio en valores absolutos, de las distintas patologías y factores de riesgo en la región.

Tabla 9 Porcentaje de cambio para las principales patologías en el decenio 1990-2000

	1990	2000	Cambio
Enfermedades cardiovasculares	9 538	8 617	- 9,7
Isquémicas	2 733	2 928	7
Cerebrovasculares	2 725	3 052	12
Cáncer	5 375	4 938	- 8,1
<i>Estómago</i>	375	482	28
<i>Colon y recto</i>	258	286	10,9
<i>Mama</i>	469	433	- 7,6
<i>Próstata</i>	163	166	
Diabetes	1 011	2 193	46,6
Deficiencias nutricionales	4 710	2 666	- 43,4
Desnutrición	985	1 002	1,7
Deficiencia de yodo	520	9	
Anemia	978	4	
Deficiencia de vitamina A	1 414	1 578	11,6
Diarrea	5 884	2 720	- 53,8

Fuentes: C. J. L., Murray y A. D. López, 1993. The Global burden of disease; OMS. 2001.

The World Health Report 2001. Mental Health: new understanding, new hope. Ginebra.

1 quintil	2quintil	3 quintil	4 quintil	5 quintil	Razon Q1/Q5	
(más pobre)				(más rico)		
Brasil	23,2	8,7	5,0	3,9	2,3	10,1
Bolivia	39,2	29,0	22,3	11,1	6,0	6.5
Colombia	23,7	16,7	13,4	7,7	5,9	4.0
Dominicana	21,5	10,3	7,8	5,6	2,5	8.6
Perú	45,6	30,8	18,8	9,9	5,2	8.8
Guatemala	64,6	61,6	53,5	33,5	12,1	5.3
Haiti	45,5	33,0	32,3	25,2	12,8	3.6
Paraguay	22,5	19,0	12,5	6,3	3,0	7.5
Nicaragua	38,1	29,1	22,7	13,0	8,3	4.6

Tabla 10. Relacion entre pobreza y desnutrición

Malnutrición de micronutrientes y programas de fortificación de alimentos en la región.

- El Banco Mundial estima que las pérdidas causadas solo por **la malnutrición de micronutrientes**, representan un costo del 5% del Producto Bruto Interno, mientras que su solución tiene un costo económico inferior al 0.3%, representando una relación costo-beneficio cercana a 20. La fortificación de alimentos ha resultado ser una estrategia efectiva, donde los principales factores a considerar, son la elección del alimento a utilizar como “carrier” y la correcta elección del compuesto utilizado como fortificante. América Latina y el Caribe son líderes mundiales en la fortificación de alimentos.
- **La deficiencia de hierro** puede provocar incremento en los nacimientos prematuros, en la mortalidad materna y fetal, y disminución en el desarrollo intelectual y psicomotor.
- **La deficiencia de zinc** genera un significativo retardo en el crecimiento de los niños, letárgica mental y alteraciones en la respuesta inmune entre otras manifestaciones.

Fortificación de harina y alimentos

- **La fortificación de los alimentos de consumo masivo** (hierro, Vitamina A, yodo, complejo B) y la distribución de alimentos ricos en micronutrientes promovidos por PAHO en la década pasada, están teniendo un impacto significativo en salvar vidas y promover un mejor crecimiento físico y desarrollo mental en los niños menores. Al respecto, se ha avanzado en la región en la selección de los mejores elementos fortificantes, de los vehículos adecuados y además se ha evaluado datos de biodisponibilidad de algunos alimentos.
- Esta extendida en la región la fortificación de la sal con yodo, lo que ha reducido el bocio endémico

Fortificación de la harina de maíz

- Es el caso del Programa Oportunidades en México, con la fortificación voluntaria de la harina refinada de maíz corriente con vitaminas B1, B2, niacina, folato, y hierro y zinc. También se ha desarrollado un proceso para la fortificación de la harina de maíz “nixtamalizada” (tratada con

cal), que esta en proceso de implementación. Este programa es uno de los pocos que ha sido evaluado y optimizado, de acuerdo a las necesidades nutricionales del país.

Fortificación de la harina de trigo

- La mayoría de los países en América latina han fortificado la harina de trigo, sin embargo el principal problema, que salvo en Chile, **no hay evaluación ni de la biodisponibilidad de los fortificantes, ni mucho menos del impacto en la población específica, a la cual está dirigida la fortificación.**
- En Bolivia desde el año 1996, fortifica la harina con hierro reducido, en conjunto con riboflavina, niacina, folato, ácido fólico
- El Caribe: todos los siguientes países tienen fortificada la harina de trigo, Barbados, Belice, Curazao, Grenada, Guyana, Haití, Jamaica, San Vicente y Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago, Cuba, Guadalupe, Puerto Rico, República Dominicana
- América Central, tiene una formulación similar en todos los países de la región, con fumarato ferroso, niacina, riboflavina, y ácido fólico. En el caso de México, se ha fortificado la harina de trigo, con riboflavina, niacina, folato, ácido fólico (El Salvador, Honduras, Nicaragua, Guatemala,
- América del Sur, prácticamente todos los países- salvo Uruguay- han fortificado la harina de trigo con hierro y riboflavina, niacina, folato, ácido fólico. En el caso de Venezuela, se ha agregado Vitamina A en la mezcla de vitaminas y minerales.
- En el caso de Chile, todas las harinas, en cualquier forma, han sido fortificadas desde los años 1950 con 30 mg/kg de harina, lo que es entregado a través del programa de Alimentación Complementaria. En el año 1996 y 1996, se extendió el programa a todos los niños menores entre seis y 18 meses, a los preescolares y madres embarazadas (leche fortificada con sulfato ferroso, zinc, cobre y folato). La prevalencia de anemia en el niño entre seis y 18 meses disminuyó de 28% a 8%, debido a programas de fortificación de alimentación complementaria.

Programa de Fortificación específica para la Tercera Edad

Por otra parte, se han creado una serie de opciones para el Programa de Alimentación. Sopa Anos Dorados, para el adulto mayor (Años Dorados, Chile). Este es un alimento elaborado con cereales y legumbres y enriquecido con diez vitaminas y cinco minerales (calcio, fósforo, magnesio, vitamina C, E, Zinc, Hierro, Vitaminas del complejo B, vitamina D). Además, tiene bajo contenido de Sodio y está libre de colesterol. Actualmente este Programa debe recibir una evaluación de impacto.

Enfermedades infecto- contagiosas. Respecto de las enfermedades infecciosas, cerca de 40 millones de personas viven en zonas expuestas a contagio, por malaria y dengue, especialmente en las zonas tropicales y amazónicas la malaria y el dengue. Sin embargo, esta área pertenece más al campo de la prevención epidemiológica, aun si la nutrición ayuda a generar mejores condiciones en el huésped.

La tuberculosis sigue siendo un problema en el Caribe y las zonas andinas (sobre 200000 casos).

El SIDA, una patología que alcanza a dos millones de personas en la región, especialmente en el Caribe es uno de los problemas emergentes, donde la Nutrición juega un rol importante en la recuperación del paciente.

Salud mental. Se estima que el número de personas con trastornos mentales en la Región de las Américas aumentará de 114 millones en 1990 a 176 millones en el 2010. En el año 2000, esta enfermedad ya representaba un 24% de la carga de enfermedades en la Región, siendo la depresión el principal componente de esa carga.

Cáncer. Esta patología crónica es la segunda causa de muerte en la región. Al año 2002, se estimaba que en la región había 800000 nuevos casos y un medio millón de muertes (ver Figura 3, para la incidencia por tipo de cáncer). La alimentación y nutrición, componen el 30% de la carga de la enfermedad. La prevención de cáncer esta ligado al consumo habitual de frutas y verduras, peso

corporal y una vida activa. Factores alimentarios que se asocian negativamente a cáncer son: consumo e alimentos salados o ahumados, consumo de maíz guardado en la humedad, bebidas alcohólicas y frituras.

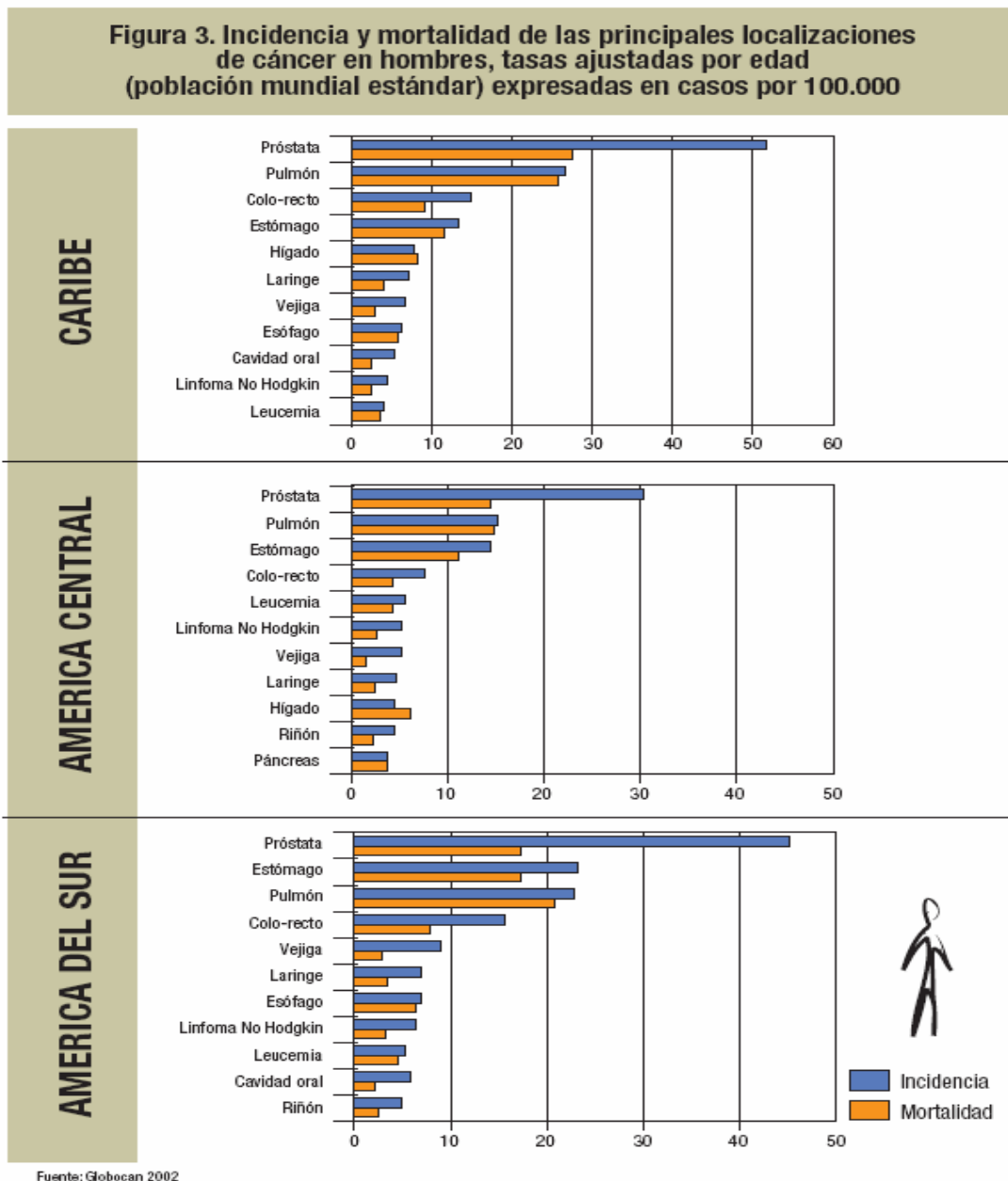


Figura 5.- Epidemiología de Cáncer. Enrique Barrios, Yaima Galan, Helene Sancho –Garr, Graciela Sabini, Igancio Jose Miguel Musri

Metas para el Milenio

La ONU ha fijado metas de desarrollo para el milenio (MDM), que deben cumplirse antes del año 2015. Estas metas constituyen un conjunto de prioridades convenidas para focalizar los esfuerzos del desarrollo por parte de la comunidad internacional.

- Erradicar la pobreza extrema y el hambre
- Lograr la enseñanza primara universal

- Promover la igualdad de géneros y la autonomía de la mujer
- Reducir la mortalidad de la infancia
- Mejorar la salud materna
- Combatir VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades
- Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
- Fomentar una asociación mundial para desarrollo

América Latina y los países del Caribe, tiene el PIB por cápita más alto de todas las regiones en desarrollo, y la esperanza de vida más alta al nacer (70 años). La transición desde la desnutrición a las enfermedades crónicas no transmisibles, ha sido muy rápida, lo que redundó en costos excesivos para el manejo de la salud en la región. Esta transición ha producido también el aumento de la coexistencia entre la desnutrición y las enfermedades crónicas (Guatemala, Bolivia, Brasil, Perú, México). En muchos países, el descenso de las tasas de mortalidad ha precedido al de la natalidad, en ocasiones por dos o más decenios, con el consiguiente aumento de la población (3% o más al año).

América Latina produce suficientes alimentos, en promedio, para satisfacer las necesidades de energía y de proteína de todos los habitantes del planeta. Sin embargo, 53 millones tienen un acceso insuficiente a los alimentos. La razón es que el quintil más alto de la población toma el 50% de los alimentos de origen animal, mientras que el quintil más bajo accede a menos del 10%. Más aun, el 40% de la producción global de granos está destinada a la alimentación animal, la carne resultante se utiliza para el consumo humano.

Medio ambiente. The Global Burden of Disease (La Carga Mundial de la Enfermedad) (Harvard University Press, 1996) basados en los trabajos sobre la carga mundial de las enfermedades – sugieren que la muerte prematura y la enfermedad debida a **grandes peligros medioambientales** para la salud da cuenta de una quinta parte de la carga de enfermedad en el mundo en desarrollo – comparable a la desnutrición y mayor que todos los demás factores de riesgo evitables y grupos causales de enfermedad. Por contraste, estos peligros contribuyen menos del 5% a la carga de enfermedad en los países ricos, a pesar de niveles mucho más altos de urbanización, desarrollo industrial y consumo de energía, por lo general asociado con problemas de contaminación ambiental y de salud.

Importancia del uso de tecnología nuclear para resolver problemas nutricionales en la región.

Los isótopos estables tienen la inocuidad y sensibilidad requeridas para el diagnóstico de factores de riesgo o de problemas nutricionales prevalentes en la región por lo que constituyen la metodología de referencia para la evaluación de:

- Exceso de grasa corporal y adecuación de masa libre de grasa.,
- Adecuación de requerimientos de energía,
- Absorción de nutrientes (Carbohidratos, grasa y proteínas)
- Biodisponibilidad de hierro, zinc y cobre en alimentos fortificados
- Volumen de leche materna transferida al bebé.
- Contaminación por Helicobacter Piloni
- Patología del aparato digestivo
- Nivel de actividad física

Isótopos radiactivos. Uno de los ejemplos de uso de éste tipo de isótopos, es la evaluación del impacto de alimentos fortificados con hierro, protocolos que habitualmente se hacen en adultos y son conformados -si es necesario- en niños mediante isótopos estables. La ventaja es que los isótopos radiactivos son baratos y se miden con contadores de centelleo, que abarata los costos sustancialmente. Además no se cuenta en la región con equipos de ICP-MS para la medición de trazadores en metales, o que no han sido habilitados para este uso.

Se espera que México compre un equipo de este tipo.

Laboratorios existentes en la región

1. Las aplicaciones de técnicas nucleares en nutrición, través de proyectos ARCAL (RLA7008, RLA6052, Centro Designado Arcal: el Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos contribuye con análisis de IRMS y formación de profesionales en las aplicaciones isotópicas para todos los problemas mencionados anteriormente.
2. Laboratorios de IRMS en Brasil y México, especializados en estudios de nutrición.
3. Laboratorios de espectroscopia de infrarrojo, para verificar concentración de carbono-13 en Bolivia, Cuba y México. Estos equipos son más baratos (25.000 dólares) y son fáciles de operar.

Aplicación de técnicas nucleares en la región

Existe una Red de Aplicaciones de Isótopos Estables, originado en un excelente curso de Isótopos en Nutrición, que se realizo en Lima, el año 1997, que contó con los mejores especialistas mundiales en el tema, organizado por NARHES de IAEA. Esta Red presenta resultados de proyectos ARCAL en todos los Congresos Latinoamericanos de Nutrición, lo que ha ayudado a difundir las ventajas y aplicabilidad de esta metodología

Comentarios finales

La descripción de necesidades planteadas permite centrar los esfuerzos en atacar los problemas mas prevalentes en la región, e incorporar a los países mas dificultades. Otro punto a considerar, es que la resolución de problemas nutricionales, no se logran con un solo proyecto, sino que necesitan un tratamiento global, y con cierta extensión en el tiempo, para contribuir efectivamente a erradicar los principales factores de riesgo y patologías en la región.

5. Biología Molecular Nuclear-Enfermedades Infecciosas

Introducción

Las enfermedades infecciosas emergentes son un motivo de preocupación a nivel mundial. Los agentes causantes de infecciones humanas han incrementado su incidencia o se anticipa que lo hagan en un futuro cercano. La emergencia de los agentes infecciosos se puede deber a la aparición y diseminación de un nuevo agente, al reconocimiento de una enfermedad infecciosa que hasta el momento había pasado desapercibida o al descubrimiento de que una enfermedad conocida tiene un agente infeccioso como etiología. El término emergente puede también ser utilizado para describir la reaparición (o reemergencia) de una infección conocida que aumenta su incidencia a partir de niveles mínimos alcanzados en el pasado.

Las enfermedades infecciosas son un problema importante de salud en América Latina. Muchos agentes infecciosos están emergiendo o reemergiendo cada año, aumentando el problema económico de la región e infectando una población ya afectada por otras circunstancias sociales. Muchos esfuerzos se están llevando a cabo a iniciativa de la comunidad internacional para controlar este problema, pero factores ecológicos, sociales y económicos están incidiendo en la persistencia de enfermedades como la Malaria, Leishmaniasis, HIV, Dengue, Enfermedad de Chagas, Hantavirus, Hepatitis A y muchas mas. Un esfuerzo coordinado adicional debe ser implementado para mejorar el estado de la salud pública en Latinoamérica.

Análisis de los problemas y necesidades que pueden implementarse en un contexto regional.

Los cambios climáticos y del medio ambiente han creado las condiciones adecuadas para la proliferación del mosquito *Aedes aegypti*, vector del dengue y la fiebre amarilla. En 1946, la erradicación del mosquito *A. aegypti* comenzó luego del 1st Meeting of the Directing Council de la OPS y como resultado, un programa de orden hemisférico tuvo lugar para combatir la fiebre amarilla. En 1958, diez países habían erradicado el mosquito y para 1970 dieciocho países continentales y

varias naciones situadas en islas caribeñas habían logrado su erradicación. Mas tarde, el esfuerzo decayó, lo cual se sumó al mejoramiento de las condiciones para la reproducción del mosquito debido al cambio climático. Estos factores hicieron posible la reinfestación por el mosquito que en 1998 se había diseminado, llevando a la aparición de nuevos casos de dengue por todo el continente en 2007. En 1996, la OPS instó a la preparación de planes nacionales para expandir e intensificar los esfuerzos en la erradicación del mosquito pero no tuvo el mismo efecto que la campaña anterior. Una posible razón de este fracaso es que la situación social, económica y ambiental no es la misma que hace 50 años en Latinoamérica y esto está afectando los resultados de las actividades programadas. Acciones adicionales tendrán que realizarse para lograr una mejora en la detección de los pacientes afectados y detectar los reservorios de la enfermedad. El OIEA ya está contribuyendo con estas actividades mediante un proyecto regional (RLA/6/050 – BOL, BRA, ECU, PAN, PER y URU) y un proyecto nacional (PAN/6/010), mediante los cuales se ha logrado la instalación de laboratorios de referencia, entrenamiento para el personal y provisión de los materiales necesarios para el comienzo de las actividades. Sin embargo, es necesaria una mejor coordinación de los esfuerzos realizados en la región con otras organizaciones internacionales y este debería ser un objetivo importante para los próximos años.

Los reservorios naturales y los pacientes asintomáticos son un factor importante en la diseminación de los vectores o agentes infecciosos. En el caso del parásito causante de la malaria, los pacientes infectados asintómicamente son capaces de infectar nuevos mosquitos, fomentando la diseminación de la enfermedad. En el caso particular del parásito de la malaria, los pacientes infectados asintomáticos, en contacto con vector del mosquito, son factores importantes de la persistencia de la enfermedad en la región. Las técnicas moleculares mejoran la detección de estos casos, permitiendo su tratamiento temprano y reduciendo las posibilidades de la infección de mosquitos nuevos al alimentarse con la sangre de estos pacientes.

Estar preparado para la emergencia de enfermedades infecciosas que pudieran afectar la región también es necesario desde un punto de vista estratégico. Para el caso de enfermedades infecciosas como SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) y la gripe aviar, es necesario unir esfuerzos con otras organizaciones internacionales a fin de preparar a la región para un posible foco futuro. El establecimiento de laboratorios de referencia para estas enfermedades mundialmente importantes es relevante en el contexto de la salud pública regional.

El *Mycobacterium tuberculosis* es el agente causal de la Tuberculosis, una enfermedad que luego de haber sido controlada en el pasado, emergió en las últimas décadas y se agudizó luego de la crisis económica regional. Según la OPS, se registran 40 casos nuevos por hora en América Latina, 352.000 personas están infectadas y 50.000 mueren por esta causa cada año. Los métodos diagnósticos tradicionales tardan al menos 3 semanas pero el uso de métodos moleculares ha reducido este tiempo a 24-48 horas. La Reacción de Polimerasa en Cadena (PCR) es una técnica sensible y específica para detectar el M. tuberculosis tanto para las muestras con baciloscopías positivas como para las negativas. Esta ventaja es particularmente importante cuando es imprescindible un diagnóstico temprano para establecer el pronóstico de un paciente o en los casos donde está involucrado un trasplante de órgano. Las técnicas moleculares también son útiles en el estudio de la resistencia a drogas del M. tuberculosis. Los procedimientos convencionales para detectar esa resistencia requieren el cultivo de la muestra que insume de 4 a 6 semanas, seguido por la determinación de la susceptibilidad a las drogas terapéuticas que insume tres semanas más. El OIEA ya ha comenzado a implementar acciones tendientes a combatir la tuberculosis en Africa (Proyecto regional RAF6025) y esta experiencia podría ser trasladada a Latinoamérica mediante el establecimiento de laboratorios moleculares de referencia para el diagnóstico y estudio de la enfermedad.

El progreso de la biología molecular y la amplia disposición de métodos que utilizan ácidos nucleicos han permitido el desarrollo de métodos diagnósticos rápidos y confiables, así como técnicas de genotipificación aplicables a agentes infecciosos. La aplicación de estas técnicas moleculares en el estudio y diagnóstico de las enfermedades infecciosas ha aumentado en la última década e incluso se han desarrollado técnicas de amplificación de ácidos nucleicos con incubación isotérmica para el trabajo de campo. Los países en desarrollo han expresado la necesidad de beneficiarse de la

diseminación de estos avances y de la aplicación de estas técnicas para la resolución de sus propios problemas de salud pública. La aplicación de los métodos moleculares en medicina lleva al desarrollo de las intervenciones en salud que son necesarias para el control y mejora del manejo de las enfermedades humanas.

La OPS ha señalado varias medidas para evitar la diseminación de las enfermedades emergentes en Latinoamérica. Algunas acciones propuestas se listan mas abajo:

- Los países deben prepararse y tener un plan para hacer frente a una pandemia potencial.
- Deben desarrollar instrumentos y metodologías para la detección, diagnóstico y control de las enfermedades emergentes, así como preparar una matriz de conformidad de acuerdo a los objetivos a lograr estipulados en las reuniones anuales.
- Adoptar protocolos específicos y procedimientos estandarizados para el manejo de la información.
- Fomentar la evaluación del desempeño de manera tal que permita incluir los laboratorios de salud pública de cada país en las redes regionales. Implementar protocolos estandarizados para estas metodologías en todos los países.
- Dentro del grupo de las enfermedades emergentes, las mas importantes para América Latina debido la incidencia, la ausencia de vacunas y la distribución geográfica son dengue, leishmaniasis visceral, malaria, giardiasis, cryptosporidiosis, tuberculosis resistente, S. aureus resistente, influenza y Enfermedad de Chagas para los países amazónicos.

El OIEA ha catalizado la introducción y mantenimiento de las técnicas moleculares para el diagnóstico de enfermedades infecciosas en muchos países latinoamericanos en el pasado. Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Panamá, Perú, Ecuador, México, Venezuela y Uruguay son algunos de los países involucrados en estas actividades. Los proyectos han unido los esfuerzos regionales en redes reales de investigación aplicada utilizando los acercamientos propuestos al diagnóstico de las enfermedades infecciosas (PCR acoplado a hibridación molecular). Adicionalmente, el OIEA ha provisto la infraestructura básica relacionada al equipamiento para este objetivo específico a muchos laboratorios latinoamericanos. El resultado final ha sido la diseminación de esta técnica para implementar el diagnóstico de diferentes agentes infecciosos.

El Aseguramiento y Control de la Calidad (QA/QC) y las Buenas Prácticas de Laboratorio (GLP) también han estado involucradas en los proyectos ARCAL recientes ya que estos aspectos son esenciales para los laboratorios donde se expiden resultados de muestras clínicas. Previendo la necesidad de una red de laboratorios de diagnóstico molecular para enfermedades infecciosas, la OIEA ha impulsado la implementación de un sistema de control de calidad en los laboratorios de la red durante los últimos tres años. Este proyecto tuvo como consecuencia el inicio del monitoreo de las capacidades de los laboratorios participantes en la preparación de procedimientos estandarizados y estándares de control de calidad.

Ventajas comparativas de las técnicas nucleares en el diagnóstico de enfermedades infecciosas.

El establecimiento de una red para la implementación del diagnóstico y tipificación de enfermedades emergentes será necesario en el futuro cercano. En este sentido, la metodología a utilizar estará enfocada en la amplificación por PCR acoplada a la hibridación molecular nuclear. La especificidad analítica de los métodos moleculares es dependiente del modo en el cual las sondas se alinean con la molécula diana, en relación a otras regiones no específicas de la secuencia de ácidos nucleicos. Generalmente, las sondas usadas en el diagnóstico de enfermedades infecciosas están dirigidas a la detección de microorganismos y no presentan hibridación cruzada con el genoma humano y por lo tanto son adecuadas para su aplicación clínica. Por otro lado, la sensibilidad de la técnica de PCR se garantiza debido a la amplificación exponencial de una molécula diana específica. La concomitancia de la sensibilidad del PCR y la especificidad de la hibridación isotópica molecular con sondas hace que este método sea una herramienta ideal para el diagnóstico de las enfermedades infecciosas.

La combinación de estos aspectos permite la detección del organismo patogénico de interés, hecho que antes sólo se alcanzaba mediante el cultivo *in vitro* de los patógenos. Adicionalmente, desde que la amplificación exponencial por PCR es catalizada por un proceso bioquímico cíclico simple y que requiere pocos minutos por ciclo, se ha convertido en una herramienta prometedora para la sustitución del cultivo del patógeno que frecuentemente requiere días o semanas para llegar a un diagnóstico final. Además, los patógenos que no son capaces de la propagación *in vitro* no pueden ser estudiados mediante detección por cultivos.

Resumiendo, el uso de una técnica robusta y sensible como la molecular isotópica permite resultados potencialmente más certeros en el diagnóstico de enfermedades emergentes.

Identificación de las tendencias regionales en el uso de técnicas nucleares aplicadas a las enfermedades infecciosas.

A pesar de que el uso de ^{32}P ha sido reemplazado en varios laboratorios por la quimioluminiscencia u otros sistemas no isotópicos de marcado de moléculas, los sistemas isotópicos se consideran robustos, reproducibles y una alternativa con buena relación costo-beneficio para la marcación de moléculas de DNA. La OIEA ha contribuido sustantivamente en el equipamiento y entrenamiento del personal de numerosos laboratorios moleculares isotópicos en al menos 14 países latinoamericanos y algunos de ellos como los de Panamá, Perú, Colombia, Uruguay y Brasil pueden ser considerados líderes en términos de infraestructura para el manejo de isótopos.

Descripción de las oportunidades para la utilización de técnicas moleculares nucleares.

En el marco propuesto para los supuestos proyectos, se pueden determinar los siguientes pasos y uso de los isótopos: (i) creación de una red de laboratorios para evaluar el diagnóstico de enfermedades emergentes en la región utilizando técnicas moleculares isotópicas, (ii) un conjunto de cebadores (primers) para la eventual amplificación por PCR de agentes infecciosos emergentes sería distribuido a fin de que los laboratorios nacionales se prepararan para la aparición de los agentes señalados, (iii) se realizará la distribución de sondas para el aumento de la sensibilidad del ensayo utilizando la hibridización isotópica, (v) se proveerá de protocolos estandarizados (SOP), controles de calidad externos e internos, (vi) se desarrollarán los manuales de radioseguridad y bioseguridad.

Análisis de las posibilidades regionales de cooperación usando técnicas moleculares nucleares.

a) Problemas transfronterizos

A pesar de la existencia de las fronteras geográficas, los agentes infecciosos y sus vectores no respetan estas fronteras legales. La globalización, los transportes aéreos frecuentes, los procesos migratorios, la invasión de áreas deforestadas recientes, ha llevado a la realidad la diseminación de muchos patógenos en la región. Es artificial considerar los problemas de salud como exclusivamente nacionales sin tener en cuenta un contexto regional. Por esto, un planteo regional debe ser implementado para lograr el control de estas enfermedades.

La Malaria es un buen ejemplo. En las Américas, existen más de 1.000.000 de casos de malaria anualmente, principalmente causada por *Plasmodium vivax* y *Plasmodium falciparum*. El manejo de la Malaria y su control, recae primordialmente en el tratamiento medicamentoso. La emergencia y diseminación de parásitos resistentes es un gran problema en la región. Adicionalmente, en las Américas, los programas de control están basados en el diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado de los casos clínicos de Malaria. Consecuentemente, la infección asintomática, una realidad que ha sido descubierta recientemente gracias a la alta sensibilidad de los métodos moleculares, podría ser un reto importante a considerar en el control de la enfermedad. Los pacientes asintomáticos que se encuentran bajo la supervisión de los programas de control nacionales, frecuentemente cruzan las fronteras, promoviendo el cambio de los genotipos circulantes en un período de tiempo dado.

b) Condiciones de valor agregado para la cooperación regional

La colaboración sur-sur es definitivamente más sostenible ya que se enfrentan problemas similares y enfermedades comunes. Los objetivos comunes entre países latinoamericanos relacionados con la

salud pública son frecuentes, lo cual puede ser atribuido a la homogeneidad de enfermedades en la región. En este contexto es posible tomar ventaja de experiencias diferentes para cada país involucrado.

Perú, Panamá, Brasil, México, Argentina y Colombia presentan laboratorios con una infraestructura relacionada el Ministerio de Salud Pública y disponen locales para la realización de técnicas moleculares isotópicas, pudiendo servir como donantes de tecnología para los demás países menos desarrollados de la región.

Equipamiento funcionando en forma sostenible

Todos los equipos necesarios para la implementación de las técnicas moleculares isotópicas han sido proporcionados por el OIEA: centrífuga, refrigerador a -20°C, equipamiento cromatográfico, incubadoras, unidades de electroforesis, contadores gamma, campanas de seguridad, termocicladores, hornos de hibridación, bloques de calentamiento, refrigeradores a -80°C, centrífugas refrigeradas, espectrofotómetro, autoclaves, baños ultrasónicos, colectores de fracciones, balanzas, máquinas de hielo, campanas de flujo laminar, incubadora de CO₂, microscopios, transiluminadores UV, sistemas de documentación de gels, peachímetros, refrigeradores de mesada -20°C y sistemas de secuenciación manual.

Instituciones calificadas

- Instituto INGEBI, Vuelta de Obligado 2490, 1428 Buenos Aires , Argentina
- Instituto SELADIS, La Paz, Bolivia
- Ministerio de Salud y Deportes; Programa Nacional de Malaria; La Paz , Bolivia
- Department de Bioquímica e Biología Molecular, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil
- Institute of Haematology, Valdivia, Chile
- Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Chile
- Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Santa Fe de Bogota, Colombia
- Universidad de Valle's Microbiology Department, Cali, Colombia
- Instituto Nacional de Salud; Grupo de Bioquímica, Bogotá, Colombia
- Instituto Nacional de Salud; Grupo de Parasitología; Colombia
- Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud; Tres Ríos, Costa Rica.
- Universidad de Costa Rica (UCR); Instituto de Investigaciones en Salud (INISA); San José, Costa Rica
- Ministerio de Salud; Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria; Guayaquil Ecuador
- Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical "Leopoldo Izquieta Pérez"; Quito, Ecuador
- Dirección de Escuela Química Biológica, Ciudad Universidad, Guatemala
- Department of Experimental Pathology of the National Polytechnical Institute, Mexico
- Departamento de Inmunología, Instituto Investigaciones Biomedicas, Mexico
- Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de Salud; Panama City
- Instituto Nacional de Salud; Lima, Peru
- Centre for Research and Diagnosis of Tropical Diseases (CIDEP), University of Panama
- Universidad de la República; Facultad de Ciencias; Montevideo, Uruguay
- Ministerio de Salud Pública; Hospital de Niños Pereira Rossell; Montevideo, Uruguay
- Universidad Central de Venezuela (UCV); Instituto Nacional de Higiene; Laboratorio para Estudios sobre Malaria; Caracas Venezuela

Existencia de redes regionales

Redes locales y regionales se han establecido entre los laboratorios participantes de los proyectos.

Procedimientos armonizados y estandarizados regionalmente

SOP para amplificación de Plasmodium falciparum (Malaria)

SOP para amplificación de leishmania

SOP para diagnóstico de amebiasis

SOP para amplificación del Virus de la Hepatitis B

SOP para amplificación del Virus de la Hepatitis C

Proyectos regionales en el sector en los últimos 20 años

BRA7009	Establishing Reference Centres for Molecular Diagnosis of Communicable Diseases
COL6005	Application of DNA Probes for Diagnosis of Malaria
MEX7006	Radioactive Probes for Detection of Parasites
PAN6006	Use of DNA Probes in Diagnosis of Tropical Diseases
CHI6016	DNA Probes in Malignant and Infectious Diseases
COL6007	Drug Resistance in Malaria Parasites
RLA6026	Diagnosis and Epidemiology of Chagas and Leishmaniasis
RLA6039	Screening and Diagnosis of Hepatitis C (ARCAL XI)
RLA6044	Application of Molecular Biology for the Diagnosis of Infectious Diseases (ARCAL LVI)
URU7006	Applying Diagnostic Molecular Biology
RLA6050	Implementation of a Quality Assurance and Quality Control Network for Molecular Diagnosis of Insect-borne Diseases (ARCAL LXXXII)
RLA6055	Use of Molecular and Radioisotope Techniques to Strengthen the Malaria Surveillance and Control Programme

Capacidades actuales que han sido potenciadas en la región como parte de la Cooperación Técnica del OIEA en sus diferentes modalidades: Proyectos nacionales, regionales, interregionales y programas coordinados de investigación y las que han sido aportadas por los gobiernos de los países ARCAL.

Las actividades desarrolladas en la región han permitido potenciar las técnicas moleculares radioisotópicas de amplificación de Plasmodium falciparum (Malaria), leishmania, Tripanosomiasis, virus dengue, Virus de la Hepatitis B y Virus de la Hepatitis C, así como el diagnóstico de amebiasis. También se ha realizado la tipificación y subtipificación de estos agentes infecciosos.

6. Análisis DAFO

6.1 Fortalezas

1. La capacidad instalada disponible en medicina nuclear convencional y en técnicas isotópicas para nutrición está en condiciones de cubrir la demanda en algunos países. Hay infraestructura instalada para la producción de radionucleidos y radiofármacos en varios países. Se han instalado algunas unidades PET-Ciclotrón en la región y existen numerosos proyectos a ser concretados durante los próximos años. Existen servicios de radioterapia e imagenología de alto nivel

tecnológico y científico y ha habido un incremento importante paulatino en dotación en algunos países de la región.

2. La radioterapia produce altas tasas de curabilidad e impacto en la sobrevida en algunas patologías. La radioterapia tiene bajo costo en comparación con la quimioterapia. La relación costo/efectividad para varios procedimientos diagnósticos y terapéuticos de medicina nuclear es buena. La investigación con técnicas nucleares ha contribuido a la resolución de problemas en salud y nutrición.
3. En algunos países de la región, los gobiernos apoyan las aplicaciones de técnicas nucleares en el área de la salud. Hay interés del sector público y privado para invertir ciertos recursos en radiomedicina como herramienta para afrontar el combate a enfermedades prevalentes.
4. En muchos países existen legislaciones nacionales que contemplan el requisito de un físico médico en los servicios de radioterapia e imaginología, así como requerimientos de control de calidad y habilitación de servicios. Actualmente muchos servicios de radioterapia e imaginología adquieren equipos de dosimetría y control de calidad para cumplir con las normativas.
5. Se observa más respaldo político y programático estatal en inversión, dotación y capacitación en las aplicaciones nucleares en el sector salud.
6. Existen convenios interinstitucionales, nacionales e internacionales, lo cual se refleja en una mejor integración regional. Existen sociedades profesionales nacionales y regionales en las diversas disciplinas del sector salud y redes funcionales de respaldo científico y soporte estratégico.
7. La gran mayoría de los centros de radioterapia participa en auditorías de dosis y se han hecho estudios de niveles orientativos de dosis en radiología a nivel de algunos países. Existen estudios en la región sobre la relación entre la calidad de la imagen en radiología, el control de calidad de los equipos y la certeza diagnóstica.
8. Existen en algunos países programas de formación de especialistas médicos en imaginología (radiología y medicina nuclear) y radioterapia, así como en física médica. El número de programas académicos en física médica con contenidos en radioterapia e imaginología ha aumentado y existe un estándar regional de contenido curricular que está siendo revisado. Se realiza actualmente un diagnóstico de las necesidades y vinculación de físicos médicos a los servicios de radioterapia y de diagnóstico por imagen en la región.
9. Existen en la región centros de capacitación a nivel universitario que imparten cursos de pregrado y posgrado en radioquímica y radiofarmacia.
10. Existen en la región centros con capacidad para ofrecer programas de perfeccionamiento (estadías cortas) y expertos en todas las disciplinas de las aplicaciones de la radiación en el sector salud. Se realizan periódicamente eventos científicos nacionales y regionales de actualización, intercambio y educación continuada.
11. Existe capacidad de cooperación horizontal y desde países con mayor grado de desarrollo para capacitación y para suministro de insumos incluyendo radiofármacos y juegos de reactivos.
12. Existe un centro designado para las aplicaciones isotópicas en nutrición.
13. La tecnología nuclear constituye un patrón de referencia para diversos tipos de evaluación nutricional durante el ciclo vital, especialmente en niños, mujeres embarazadas y ancianos.
14. Las técnicas isotópicas tienen la ventaja de poderse aplicar en la detección de un problema nutricional, el diseño de la solución, la posterior medición de impacto y la validación de indicadores sencillos, para el seguimiento a nivel poblacional, con ventajas comparativas respecto a los indicadores tradicionales.
15. Se comparte un idioma común lo cual facilita el intercambio, la formación continuada y el acceso a la información científica.
16. Existe una red de laboratorios de diagnóstico molecular de enfermedades infecciosas que incluye un programa de control de calidad regional.

6.2. Debilidades

1. Acceso no equitativo y en general escaso a los procedimientos diagnósticos y terapéuticos que utilizan radiaciones.
2. Disponibilidad y desarrollo regional desigual: en algunos países ha sido paralelo a los países desarrollados desde el punto de vista científico y tecnológico, mientras que en otros países (los que tienen mayores necesidades) aún es inexistente.
3. Distribución geográfica heterogénea, estando la mayor concentración de recursos tecnológicos y humanos en las grandes ciudades.
4. Difusión inadecuada de las ventajas de las aplicaciones nucleares en salud, entre los profesionales y administradores de salud, así como otros sectores de la comunidad.
5. Deficiente evaluación de los programas nacionales de intervención nutricional de alto costo.
6. Migración del recurso humano formado en la región, hacia mercados laborales más atractivos, ya sea en el exterior o hacia otras especialidades dentro del propio país de origen.
7. Falta de políticas nacionales de desarrollo e implementación de técnicas de radioterapia e imaginología en algunos países de la región.
8. Práctica de especialidad en aplicaciones de técnicas nucleares en salud por profesionales no certificados.
9. Limitada disponibilidad de protocolos, particularmente clínicos, adaptados a la realidad de la región.
10. Falta de adherencia a protocolos y programas de garantía de calidad e incumplimiento de regulaciones existentes.
11. Obsolescencia y mantenimiento deficiente de los recursos tecnológicos instalados en muchos de los países de la región.
12. Carencia de bases de datos confiables y actualizados.
13. Deficiencias en la gestión de unidades, servicios y departamentos.
14. Sub-utilización de recursos tecnológicos instalados en algunos países de la región.
15. Ausencia de programas estandarizados de certificación de especialistas y de acreditación de centros de formación.
16. Déficit de centros de referencia regionales (RRC).
17. Contenido deficiente en temas de radiomedicina y nutrición en cursos de pre-grado.
18. Déficit de programas de educación formal de profesionales en radioterapia e imaginología (médicos, tecnólogos, físicos).
19. Personal técnico con mínima capacitación o con entrenamiento no formal.
20. Déficit de físicos médicos vinculados a los servicios de imaginología.
21. Desconocimiento ó interpretación errónea de Normas Internacionales (BSS)
22. Desigualdad en la estructura y aplicación de las regulaciones vigentes.
23. Los incidentes y accidentes ocurridos durante el desarrollo de las prácticas clínicas no son siempre reportados adecuadamente.

6.3. Amenazas

1. En algunos países falta conciencia en las autoridades nacionales de salud sobre la importancia de los programas de garantía de calidad en radioterapia e imagenología para la protección radiológica del paciente y de los trabajadores.
2. Los administradores de servicios y sistemas de salud subestiman los procedimientos de medicina nuclear y radioterapia como herramientas costo-efectiva.
3. Aún existe carencia de cultura de prevención y diagnóstico precoz en oncología, enfermedades cardiovasculares y neurológicas, entre otras.
4. En algunos países de la región la inversión en salud y en investigación en técnicas nucleares en el sector es insuficiente e ineficiente y esto compromete la continuidad de los programas y el estímulo al ejercicio profesional.
5. La falta de continuidad administrativo-gubernamental puede generar inestabilidad en la buena marcha de proyectos.
6. Los medios de comunicación sobredimensionan los casos de incidentes y accidentes radiológicos provocando una percepción negativa en el público y en las autoridades gubernamentales en relación al beneficio del uso de las técnicas nucleares.
7. Practica de sobreprecio especulativo por parte de los proveedores de equipos e insumos.
8. Carencias en la normativa sobre la seguridad y prevención de accidentes con pacientes de radioterapia y medicina nuclear terapéutica.
9. Captura de capital humano especializado por otras especialidades o por otras regiones.

6.4 Oportunidades

1. El incremento de las aplicaciones clínicas de las técnicas nucleares no solamente para diagnóstico y tratamiento sino también para estratificación de riesgo, estadificación, selección del tratamiento, valoración de respuesta terapéutica y re-estadificación, proporciona un manejo más racional y costo-efectivo de los pacientes.
2. Existe un reconocimiento científico de las ventajas comparativas de las técnicas nucleares diagnósticas en estudios funcionales y metabólicos.
3. Varias especialidades médicas requieren disponer de los nuevos procedimientos diagnósticos y terapéuticos de medicina nuclear, incluida PET, para el manejo de patologías prevalentes de la región.
4. El cáncer, las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y diabetes, por su alta incidencia y tasa de mortalidad, son reconocidas por las autoridades sanitarias de los países de la región como serios problemas de salud pública.
5. Aunque de manera insuficiente, se ha progresado en la toma de conciencia por parte de las autoridades de salud sobre la importancia de la radiomedicina en el manejo diagnóstico y terapéutico de enfermedades prevalentes y de la necesidad de un ambiente tecnológico y de personal adecuados para brindar servicios de calidad.
6. En varios países de la región se cuenta con apoyo para proyectos de gran envergadura como la instalación de centros ciclotrón/PET y de radioterapia.
7. Se está concretando un incremento gradual de la cobertura de procedimientos de medicina nuclear, incluyendo PET, por parte de los sistemas de salud y empresas aseguradoras y se verifica la inclusión de nuevos procedimientos en el listado de prestaciones de los sistemas de salud.

8. Las sociedades profesionales nacionales de la región tienen la oportunidad de participar en los procesos de legislación y definición de políticas públicas relacionadas con el sector salud.
9. Las sociedades profesionales internacionales apoyan en forma permanente a las sociedades nacionales y regionales para capacitación.
10. Acceso al sistema internacional (OIEA-OMS-OPS) de auditoría postal de dosis.
11. La disponibilidad de manuales, guías, protocolos, etc. desarrollados por organismos regionales e internacionales facilitarían su incorporación, mejorando la calidad de los servicios.
12. La existencia de una base de datos; como por ejemplo como DIRAC, posibilita la evaluación global de los recursos existentes y por tanto de las necesidades regionales para la gestión y planificación de servicios de radioterapia e imaginología.
13. La introducción de tecnologías recientes en imaginología a la región crea la necesidad de la incorporación de físicos médicos especializados en la práctica clínica.
14. Existe la posibilidad de mejorar la gestión de los servicios de medicina nuclear, radiofarmacia y radioterapia mediante auditorías realizadas por grupos de expertos regionales ya capacitados.
15. La participación en proyectos ARCAL brinda la oportunidad de concretar programas coordinados de capacitación en las disciplinas nucleares tendiendo a una formación armonizada de una masa crítica de recursos humanos. La región contará en breve con una recomendación del OIEA sobre formación y entrenamiento clínico de los físicos médicos y la promoción de la especialidad.
16. La posibilidad de incorporar la formación en tecnologías nucleares a nivel de pre-y post-grado universitario en carreras científico-biológicas mejoraría la promoción de las técnicas nucleares.
17. Posibilidad de capacitación de especialistas en radioterapia, física médica, medicina nuclear, radiofarmacia, biología molecular, nutrición, y tecnólogos mediante el apoyo de organismos internacionales, particularmente OIEA y OPS.
18. La técnica de hibridación isotópica permite el aumento de la detección de casos asintomáticos de Malaria que funcionan como reservorios, contribuyendo con la infección de nuevos mosquitos, y por lo tanto, el tratamiento de estos casos permite el control de la diseminación de la enfermedad.

III. NECESIDADES/PROBLEMAS REGIONALES Y JUSTIFICACIÓN

PROBLEMAS GENERALES

- *Las enfermedades cardiovasculares y el cáncer constituyen las principales causas de muerte en la región (43%-60%).*
- *La prevención, diagnóstico y tratamiento de estas patologías tiene carencias relacionadas con el acceso, la cobertura, la calidad y la seguridad de la atención.*

PROBLEMAS ESPECIFICOS A LA APLICACIÓN DE TECNICAS NUCLEARES EN SALUD

1. **Déficit regional en cantidad y calidad de recurso humano formado y entrenado (físicos médicos, técnicos, radioterapeutas oncólogos, médicos nucleares, biólogos moleculares, radiofarmacéuticos y especialistas en aplicaciones nucleares en nutrición) (S1)**

Justificación

- Falta de incentivos gubernamentales e institucionales para la formación y el entrenamiento de ese recurso.

- Contenidos curriculares diversos en los programas de educación existentes, que en muchos casos no cumplen con los requisitos mínimos para asegurar una práctica profesional adecuada.
- Demanda creciente de incorporación de más especialistas y de programas de formación continua para el recurso humano existente, relacionada con la adquisición de nuevas tecnologías en la región.
- Falta de acreditación de los centros formadores de profesionales y especialistas, como garantía de cumplimiento de parámetros de calidad: horas docentes, infraestructura, programas mínimos, número de procedimientos realizados, entre otros.
- Carencia de contenidos específicos sobre garantía de calidad y de protección radiológica del paciente en los programas de formación de recurso humano especializado.
- Práctica de la especialidad en aplicaciones de técnicas nucleares en salud por profesionales no certificados (ej: radioterapia de cáncer cervicouterino por ginecólogo).
- Insuficiente capacitación del recurso humano en desarrollo de radiofármacos de ciclotrón marcados con ^{18}F y con ^{11}C y en procedimiento de rutina como FDG, para el cubrimiento de la demanda debida al crecimiento rápido de la aplicación de la tomografía por emisión de positrones (PET).
- En los países con los mayores problemas nutricionales no existe una adecuada capacitación del recurso humano para la evaluación y resolución de estos problemas mediante técnicas nucleares.

2. Falta de protocolos (principalmente clínicos) y manuales de procedimientos evaluados, adaptados y adoptados por la región, para la aplicación de técnicas nucleares en salud humana (S2)

Justificación

- Las prácticas clínicas y epidemiológicas en la región son muy heterogéneas.
- Se constata falta de adherencia a protocolos fundamentados en la medicina basada en evidencia
- Carencia de manuales de procedimientos adecuados a la realidad de la región.
- Los ensayos y proyectos de investigación regionales o a nivel de país, no pueden ser validados sin protocolos comunes
- Falta cultura de trabajo por protocolos y con guías de procedimientos en la práctica médica y de laboratorio, lo cual compromete la calidad homogénea de la atención de los pacientes en cada servicio, y a nivel regional la evaluación de los resultados y la posibilidad de proyectos de investigación coordinados.

3. Los procesos de gestión tecnológica de la infraestructura para aplicación de las técnicas nucleares en salud humana en la región, incluyendo planificación, incorporación y operación sostenida de nuevas tecnologías, no se realizan en general de acuerdo con los requerimientos internacionales (S3)

Justificación

- Se prevé un aumento importante de la dotación de equipamiento en la región en los próximos años, dada la alta prevalencia del cáncer y enfermedades cardiovasculares y la efectividad comprobada de las tecnologías nucleares en su manejo.

- Teniendo en cuenta los altos costos de la incorporación de nueva tecnología, la planificación permite optimizar la inversión, garantizar la operatividad adecuada y permanente de las instalaciones y una cobertura más homogénea.
- Una adecuada planificación en todos los países permitiría asegurar el acceso de toda la población a servicios de radiología básica (ecografía, radiología convencional, mamografía), medicina nuclear para diagnóstico básico y radioterapia.
- Datos de la OPS revelan que aproximadamente el 30% de los equipos complejos permanece sin uso y de los equipos instalados que están en operación, entre un 25% y 35% del tiempo se encuentran fuera de servicio.
- Se han presentado en la región casos de grandes inversiones en la adquisición de equipos de alto costo sin que se haya planificado previamente la incorporación del recurso humano indispensable para su funcionamiento, así como la de equipos auxiliares e infraestructura requerida para su operación, incluyendo mantenimiento.
- El retraso en la instalación y puesta en servicio de equipos adquiridos origina problemas de atención a los pacientes.

4. Ausencia ó no adopción de sistemas de gerencia de calidad en muchos centros de la región (S4)

Justificación

- Las prácticas no cumplen con los requerimientos mínimos de calidad lo cual dificulta la uniformidad entre centros, en un mismo país y en la región.
- Ausencia de requerimientos sobre programas de garantía de calidad en las legislaciones nacionales de algunos países.
- Faltan de centros de referencias en diversos subsectores del área de salud humana.
- La operación de instalaciones de imaginología y radioterapia sin programas de garantía de calidad compromete la efectividad de los procedimientos clínicos y la protección radiológica del paciente.
- Los ensayos y proyectos de investigación realizados sin programas de garantía de calidad carecen del soporte para validar los resultados obtenidos.
- Muchos países de la región no cuentan con los protocolos y la infraestructura mínima necesaria para la preparación de juegos de reactivos y radiofármacos en condiciones de buenas prácticas de manufactura, creando una dependencia total de los productos importados o generando productos que no alcanzan los estándares mínimos de calidad.
- Las prácticas de medicina nuclear, radioterapia, radiodiagnóstico y radiofarmacia no están estandarizadas, ni sujetas a un control de calidad continuo. Esto tiene como resultado un impacto negativo en la atención de los pacientes. En algunos centros esas prácticas son realizadas por médicos o físicos no especializados.
- Pocos servicios y laboratorios en la región están acreditados. La acreditación de los servicios y laboratorios permitirá establecer estándares de calidad para las prácticas que ayude a la nivelación y mejoramiento de los centros.

5. Insuficiente sensibilidad en los tomadores de decisiones nacionales e internacionales así como también en la comunidad científica sobre la utilidad e inocuidad de las técnicas nucleares en la prevención y resolución de problemas nutricionales poblacionales (S5)

Justificación

- Demora en la prevención y solución de problemas nutricionales graves en la región.
- Dificultad en concretar proyectos de evaluación nutricional en niños, embarazadas y ancianos, particularmente cuando son evaluados por los comités de ética.
- Concepto errado sobre el posible daño secundario a la utilización de técnicas nucleares con isótopos estables.
- A pesar de que los métodos isotópicos constituyen métodos de referencia para la evaluación de composición corporal, requerimientos de energía, biodisponibilidad de nutrientes en los alimentos y en diversas patologías, éstos no son todavía ampliamente aceptados por la comunidad.

6. Falta institucionalización de la posición y funciones del físico médico en los servicios de radioterapia e imagenología (medicina nuclear y radiología), y en menor grado de otros profesionales asociados a las prácticas médicas, por parte de los Ministerios de Salud en muchos países de la región (S6)

Justificación

- El cargo de físico médico en radioterapia, en radiodiagnóstico y en medicina nuclear no es reconocido por la mayoría de las autoridades de salud y de trabajo de los países de la región.
- No se reconoce al físico médico como un especialista de la salud y no existe el cargo en la planta de personal de la mayoría de los hospitales de la región. Hasta ahora las sociedades profesionales nacionales y regionales en Física Médica no han tenido la interacción necesaria con los gobiernos para promover ese reconocimiento.
- En las reglamentaciones nacionales y en los manuales de funciones de las instituciones con servicios de radioterapia e imagenología nos se diferencian claramente las funciones del experto cualificado en Física de Radioterapia o de Imagenología y las del Oficial de Protección Radiológica. Esto conlleva problemas de dualidad o falta de claridad en las funciones y competencias.

7. Aplicación limitada de las técnicas isotópicas moleculares en la región, para el diagnóstico de enfermedades infectocontagiosas emergentes como el virus del SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) y la gripe aviar, y las emergentes, como el dengue, la malaria y tuberculosis y ausencia de una red regional de laboratorios (S7)

Justificación

- Una red regional de laboratorios, con personal preparado para una respuesta rápida a enfermedades emergentes, es necesaria para poder llevar a cabo una acción coordinada y evitar fallas frecuentes en el proceso de control de los agentes o vectores de la infección. En América Latina están dadas las condiciones para implementar esta red, gracias a entrenamientos previos y la existencia de laboratorios en diversos países.
- La región debe prepararse para una rápida acción frente a la aparición de enfermedades infecciosas. La vigilancia molecular de la llegada de SARS o de la gripe aviar a la región puede acortar el tiempo de respuesta frente a la aparición de la enfermedad.
- El virus dengue y su vector, el mosquito *A. Aegypti*, se han esparcido dramáticamente en la región en los últimos años. El proyecto regional RLA/6/050 ha capacitado personal en las técnicas de

detección del virus en pacientes y vectores, lo que permite un rápido diagnóstico y la determinación de la incidencia de infección en el vector.

- El proyecto regional RLA/6/055 identificó pacientes asintomáticos que recibieron tratamiento. El impacto de este procedimiento será relevante para los indicadores de prevalencia en el futuro, lo cual permitirá la reducción de nuevos mosquitos infectados, lo que a su vez provocará la disminución del número de nuevos pacientes infectados.
- La detección, por técnicas isotópicas, de la resistencia a las drogas del M. tuberculosis permite un tratamiento temprano de los pacientes afectados por enfermedad resistente a las drogas, reduciendo las tasas de mortalidad y morbilidad.

8. Acceso desigual a radionucleidos, radiofármacos, juegos de reactivos e isótopos estables para procedimientos diagnósticos y terapéuticos en medicina nuclear, nutrición y medicina, en la región (S8)

Justificación

- Si bien algunos países de la región tienen un alto desarrollo de la radiofarmacia en la producción de radionucleidos, juegos de reactivos y radiofármacos para diagnóstico y terapia, otros no cuentan con la infraestructura necesaria para esto.
- Existen pocos hospitales con laboratorios de radiofarmacia centralizados.
- Desconocimiento por parte de algunos médicos referentes de las técnicas nucleares diagnósticas y terapéuticas no genera demanda de radiofarmacia tradicional.
- Demanda creciente de nuevos radiofármacos y radionucleidos para uso en procedimientos diagnósticos y terapéuticos de medicina nuclear.
- Demanda creciente de radionucleidos e isótopos estables para aplicaciones en nutrición y medicina.

9. Insuficiente recurso humano en la región capacitado para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos de laboratorio y de diagnóstico y tratamiento por medio de tecnología nuclear con muchos años de uso (S9)

Justificación

- El recurso tecnológico existente en la región es variable, incluyendo equipos en uso por tiempo superior a lo recomendado por los fabricantes.
- Existe un déficit de profesionales especializados en el mantenimiento de los equipos de laboratorio de tecnología nuclear y equipos de medicina nuclear de vieja generación, lo cual conlleva a períodos prolongados de falta de operación e interrupción de servicios.
- No todos los centros de la región tienen capacidad para hacer recambio de equipos programado.
- El recurso humano formado en el marco de los Proyectos ARCAL para este fin requiere recambio generacional.

10. Bases de datos sobre infraestructura en medicina nuclear, radiofarmacia, biología molecular, radioterapia y radiología de la región, que puedan apoyar la planificación e inversión, no están actualizadas o no existen (S10)

Justificación

- Ausencia de base de datos de la infraestructura de subsectores como radiodiagnóstico, radiofarmacia y biología molecular.

- Existen bases de datos internacionales en radioterapia y medicina nuclear que si bien han sido un gran avance para tener una percepción global de la situación de estos subsectores, no son actualizadas de forma permanente. No se ha identificado a nivel de cada país los organismos responsables de levantar y enviar permanentemente la información que permita actualizar esas bases de datos.
- La disponibilidad de información actualizada y permanente sobre infraestructura, permite la cuantificación y evaluación de los recursos y necesidades regionales, a la luz de las recomendaciones internacionales vigentes que permite la planificación e inversión estratégica con optimización de recursos.

IV. PRIORIZACION DE NECESIDADES/PROBLEMAS EN EL SECTOR

Estos son los atributos que fueron considerados para la priorización conforme a la metodología escogida con dicha finalidad. Mayores informaciones sobre el particular pueden ser consultadas en el fascículo referido a dicha temática.

GRAVEDAD	Es una medida del grado de severidad de la necesidad/problema considerando los impactos negativos que genera la no atención de la misma.
TIEMPO	Está relacionado con el grado de urgencia de atender la necesidad/problema, su tendencia de agravarse y las consecuencias futuras
EXTENSIÓN	Determina el grado de impacto regional de la necesidad/problema tomándose en cuenta, por ejemplo, la cantidad de países afectados.
RELEVANCIA de/para las Técnicas Nucleares	Por una parte, mide qué tanto pueden contribuir las aplicaciones nucleares a la atención/solución de la necesidad/problema. Por otra, se considera qué tanto la solución del problema es relevante para las aplicaciones nucleares.
NIVEL DE DIFICULTAD	Mide el grado de dificultad para la implementación de la solución de la necesidad/problema identificada, el cual puede estar relacionado con: infraestructuras, recursos, tecnología, legislación, compromisos intergubernamentales, etc.

1. VALORES ATRIBUIDOS A CADA NECESIDAD/PROBLEMA

Las necesidades/problemas identificadas se presentan a continuación, según la prioridad atribuida por los miembros del grupo sectorial, al interior de su sector específico, el que corresponde a la columna TOTAL de la tabla.

	Problema/Necesidad	SEVERIDAD	TIEMPO	COBERTURA	RELEVANCIA	TOTAL	DIFICULTAD	R/D	GRADO FINAL DE PRIORIDAD
S1	Déficit regional en cantidad y calidad de recurso humano formado y entrenado (físicos médicos, técnicos, radioterapeutas oncólogos, médicos nucleares, biólogos moleculares, radiofarmacéuticos y especialistas en aplicaciones nucleares en nutrición)	5.00	4.60	4.00	4.80	18.40	2.20	2.18	40.15
S2	Falta de protocolos (principalmente clínicos) y manuales de procedimientos evaluados, adaptados y adoptados por la región, para la aplicación de técnicas nucleares en salud humana.	4.60	4.20	4.40	4.60	17.80	2.20	2.09	37.22
S3	Falta de procesos de gestión tecnológica de la infraestructura para aplicación de las técnicas nucleares en salud humana en la región, incluyendo planificación, incorporación y operación sostenida de nuevas tecnologías, no se realizan en general de acuerdo con los requerimientos internacionales	4.60	4.00	4.55	4.55	17.70	3.60	1.26	22.37
S4	Ausencia ó no adopción de sistemas de gerencia de calidad en muchos centros de la región.	4.80	4.00	4.20	4.00	17.00	3.60	1.11	18.89
S5	Insuficiente sensibilidad en los tomadores de decisiones nacionales e internacionales así como también en la comunidad científica sobre la utilidad e inocuidad de las técnicas nucleares .	4.40	4.15	4.15	4.20	16.90	3.00	1.40	23.66
S6	Falta institucionalización de la posición y funciones del físico médico en los servicios de radioterapia e imagenología (medicina nuclear y radiología), y en menor grado de otros profesionales asociados a las prácticas médicas, por parte de los Ministerios de Salud en muchos países de la región	4.70	4.20	3.70	4.20	16.80	3.40	1.24	20.75
S7	Aplicación limitada de las técnicas de técnicas isotópicas moleculares en la región, para el diagnóstico de enfermedades infectocontagiosas	3.60	4.20	4.00	4.00	15.80	3.40	1.18	18.59
S8	Acceso desigual en la región a radionucleidos, radiofármacos , juegos de reactivos e isótopos estables para procedimientos diagnóstico y terapéuticos en medicina nuclear , nutrición y medicina.	3.75	3.75	3.80	4.40	15.70	3.40	1.29	20.32
S9	Insuficiente recurso humano en la región capacitado para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos de laboratorio y de diagnóstico y tratamiento por medio de tecnología nuclear con muchos años de uso.	4.00	4.00	3.60	4.00	15.60	3.20	1.25	19.50
S10	Bases de datos sobre infraestructura en medicina nuclear, radiofarmacia, biología molecular, radioterapia y radiología de la región.	4.00	3.80	4.40	3.00	15.20	3.00	1.00	15.20

2. JUSTIFICACION DE LOS VALORES ATRIBUIDOS

Las necesidades/problemas están en orden de prioridad resultante de los valores atribuidos.

SALUD HUMANA					
NECESIDAD	GRAVEDAD	TIEMPO	EXTENSION	RELEVANCIA	DIFICULTAD
S1) Déficit regional en cantidad y calidad de recursos humanos formados y entrenados (físicos médicos, técnicos, radioterapeutas oncólogos, médicos nucleares, biólogos moleculares, radiofarmacéuticos y especialistas en aplicaciones nucleares en nutrición).	La deficiencia en disponibilidad y calidad de la educación y entrenamiento de recursos humanos en todas las áreas de aplicación de las técnicas nucleares para el manejo de la salud humana, genera un 100% de impacto negativo sobre la seguridad y calidad de las prácticas.	Aunque en los últimos diez años ha aumentado en la región el número de centros de educación y entrenamiento para especialistas en las diferentes áreas, y con sus egresados se está dando respuesta parcial al problema, ello no es suficiente.	La cobertura actual de los programas de educación y entrenamiento existentes en la región es muy heterogénea. Inclusive en los países más desarrollados éstos no resuelven la necesidad, por cuanto ellos incrementan su dotación tecnológica.	La educación y el entrenamiento adecuados del recurso humano exige la existencia de centros de referencia debidamente equipados con tecnología nuclear. Ya existen centros con tecnología nuclear de punta en la región que pueden tener un alto impacto en la solución del problema, pero se requiere apoyar el mejoramiento de los menos desarrollados.	Dificultad baja debido a la existencia de programas aprobados por las autoridades competentes y presencia en la región de centros de capacitación en algunas de las especialidades, pero con limitada capacidad de recepción de becarios para proporcionar formación y entrenamiento con la calidad requerida.
S2) Falta de protocolos (principalmente clínicos) y manuales de procedimientos evaluados, adaptados y adoptados por la región, para la aplicación de técnicas nucleares en salud humana.	La falta de protocolos y manuales de procedimientos en salud humana, se traduce en prácticas y productos de deficiente impacto diagnóstico y terapéutico implicando detrimento de la relación costo-beneficio y de la radioprotección del paciente.	La ausencia o carencia de protocolos aunada a la incorporación de nuevas tecnologías agrava la urgencia ya existente de la resolución del problema.	Independientemente del nivel de desarrollo del sector en la región, este problema persiste en todos los países y tiende a volverse crónico.	La práctica de las técnicas nucleares en salud, bajo protocolos y procedimientos mejoran la calidad y homogeneidad de la atención a la población; su ausencia se traduce en un impacto negativo en morbi-mortalidad en las patologías prevalentes en la región.	Dificultad baja debido a que la elaboración y/o adaptación de protocolos y manuales de procedimientos es fácil de realizar, pero para lograr su adopción e implementación a nivel regional se requiere de la colaboración de organizaciones..
S3) Los procesos de gestión tecnológica de la infraestructura para aplicación de las técnicas nucleares en salud humana en la región, incluyendo planificación, incorporación y operación sostenida de nuevas tecnologías, no se realizan en general de acuerdo con los requerimientos internacionales.	Es imprescindible incorporar los procesos de gestión tecnológica de la infraestructura utilizada en salud humana.	Es necesario a un corto-mediano plazo incorporar estos procesos para mejorar y asegurar una utilización óptima del recurso tecnológico existente y por instalar.	La incorporación y practica de gestión tecnológica es necesaria en todos los países de la región.	Su incorporación permite la optimización de la inversión, garantizar la operatividad adecuada y permanente de las instalaciones así como una cobertura más homogénea de las necesidades de la población.	Media alta dificultad ya que si bien es cierto que la elaboración de guías, manuales y otros documentos de referencia y orientación para directores de centros y altos funcionarios del sector de salud es bastante sencillo de realizar mediante reuniones de grupos de expertos, su utilización efectiva por parte de los tomadores de decisiones es un tema bastante complejo.

NECESIDAD	GRAVEDAD	TIEMPO	EXTENSION	RELEVANCIA	DIFICULTAD
S4) Ausencia o no adopción de sistemas de gerencia de calidad en muchos centros de la región.	Han habido avances importantes en la región en la divulgación y formación de la estructura e implementación de sistemas de garantía de la calidad. Sin embargo, se observa poca ejecución debido, en parte, a las inversiones requeridas y a la necesidad de profesionales especializados.	El problema es heterogéneo en la región y dentro de los países. Sin embargo, se requiere un empuje global en el tema, particularmente, en requerimientos legales para la existencia y ejecución efectiva de sistemas de garantía de calidad.	El problema es heterogéneo en la región y dentro de los países. Sin embargo se requiere un empuje global en el tema, particularmente, en requerimientos legales para la existencia y ejecución efectiva de sistemas de garantía de calidad..	La aplicación segura de la tecnología nuclear exige planificación, gestión, control y seguridad. Los sistemas de gerencia de la calidad, aunque exigentes en recursos financieros y humanos, son de indispensable cumplimiento. La ausencia de protocolos y manuales de procedimiento se traduce en un impacto negativo en morbi-mortalidad en las patologías en las cuales las técnicas nucleares son indispensables.	Alta dificultad ya que la elaboración e implementación de programas de entrenamiento en sistemas de gerencia de la calidad es relativamente fácil de hacer empero su adopción y aplicación por parte de los usuarios (centros de la región tanto públicos como privados) puede ser bastante difícil.
S5) Insuficiente sensibilidad en los tomadores de decisiones nacionales e internacionales así como también en la comunidad científica sobre la utilidad e inocuidad de las técnicas nucleares en la prevención y resolución de problemas nutricionales poblacionales.	El desconocimiento de los tomadores de decisión en relación al beneficio e inocuidad de la técnica incide directamente en el aumento de factores de riesgo que inciden directamente en las enfermedades prevalentes en la región.	El problema requiere resolución a corto plazo ya que su persistencia incide directamente en una prolongación del trastorno nutricional o baja eficacia de las intervenciones nutricionales.	Si bien este problema afecta a la mayoría de los países de la región, México y Chile han solucionado parcialmente el problema como consecuencia del apoyo del OIEA.	El problema es altamente relevante, porque las técnicas isotópicas, tienen la ventaja de detectar más precozmente y en forma más precisa pequeños cambios, reduciendo el costo de una intervención nutricional.	Mediana dificultad. Las herramientas de comunicación pública y generación de matrices de opinión son relativamente bien conocidas y los profesionales del sector salud, por lo general, tienen un alto grado de influencia en los países de la región.
S6) Falta de institucionalización de la posición y funciones del físico médico en los servicios de radioterapia e imagenología (medicina nuclear y radiología), y en menor grado de otros profesionales asociados a las prácticas médicas, por parte de los Ministerios de Salud en muchos países de la región.	La carencia de este tipo de profesionales conduce a la prestación de servicios sin las debidas garantías de seguridad a los pacientes.	El problema requiere resolución a corto plazo en virtud de la creciente demanda de físicos médicos en los servicios de salud.	Este problema afecta a muchos países ya que si bien en algunos de ellos existe la legislación correspondiente, esta no siempre se aplica.	Los físicos médicos y otros profesionales asociados a las prácticas médicas son las personas encargadas de garantizar el uso seguro de fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes.	Media alta dificultad debido a la falta de conciencia en las autoridades nacionales y directivas de los hospitales y servicios sobre la importancia de las funciones de los físicos médicos y algunos otros profesionales asociados a las prácticas médicas.

NECESIDAD	GRAVEDAD	TIEMPO	EXTENSION	RELEVANCIA	DIFICULTAD
S7) Aplicación limitada de las técnicas isotópicas moleculares en la región, para el diagnóstico de enfermedades infectocontagiosas emergentes como el virus del SARS y la gripe aviar, y las reemergentes, como el dengue, la malaria y tuberculosis y ausencia de una red regional de laboratorios.	Las enfermedades infecto-contagiosas son causa de muerte en parte de la región latinoamericana, además las nuevas patologías (SARS y gripe aviar) representan un alto riesgo de epidemias generalizadas.	El problema requiere resolución a muy corto plazo en virtud del riesgo potencial de pandemias.	Este problema afecta a la totalidad de la región.	El problema es altamente relevante porque las técnicas isotópicas tienen la ventaja de detectar precozmente y permiten caracterizar las distintas cepas de virus y bacterias.	Media alta dificultad como consecuencia de la necesidad de equipamiento y suministro de insumos y materiales a las redes regionales de laboratorios de OMS/OPS y FAO.
S8) Acceso desigual en la región a radionucleidos, radiofármacos, juegos de reactivos e isótopos estables para procedimientos diagnósticos y terapéuticos en medicina nuclear, nutrición y medicina.	La carencia en la disponibilidad de radionucleidos, radiofármacos y juegos de reactivos impide el acceso a metodologías diagnósticas y terapéuticas de la población.	Existe una demanda creciente de nuevos radiofármacos y radionucleidos para uso en procedimientos diagnósticos y terapéuticos.	Si bien algunos países de la región tienen un alto desarrollo de la radiofarmacia otros no cuentan con la infraestructura necesaria para esto. Existen pocos países de la región que cuenten con laboratorios de radiofarmacia centralizada.	El empleo de radionucleidos constituye una herramienta indispensable para la preparación y aplicación de radiofármacos de diagnóstico y terapia. Los isótopos estables a ser aplicados en la evaluación de parámetros nutricionales de la población son de suma importancia para valorar procesos metabólicos, incorporación de nutrientes y otros.	Mediana a alta dificultad. Si bien la capacitación y entrenamiento de personal es una tarea relativamente sencilla de realizar, la importación de los insumos básicos por los países que tienen menor acceso a ellos es difícil debido a problemas de logística y aduanas a pesar que, en su gran mayoría, pueden ser adquiridos en los países con mayor grado de desarrollo de la región.
S9) Insuficientes recursos humanos en la región capacitados para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos de laboratorio y de diagnóstico y tratamiento por medio de tecnología nuclear con muchos años de uso.	Un porcentaje importante de esta infraestructura tecnológica no está operativa o sufre largos períodos de interrupción en su funcionamiento, lo que afecta directamente servicios y laboratorios.	El problema requiere solución inmediata y permanente para garantizar la atención adecuada de la población.	Afecta a todos los países de la región.	Es un personal altamente calificado, y su carencia incide directamente en el funcionamiento de parte importante de la instrumentación nuclear en salud humana existente en la región.	Media alta dificultad debido a que la capacitación y mantenimiento activo del personal en estos temas no es una tarea tan fácil de realizar como pareciera a simple vista.

NECESIDAD	GRAVEDAD	TIEMPO	EXTENSION	RELEVANCIA	DIFICULTAD
<p>S10) Bases de datos de la región sobre infraestructura en medicina nuclear, radiofarmacia, biología molecular, radioterapia y radiología, que puedan apoyar la planificación e inversión, no están actualizadas o no existen</p>	<p>Las bases de datos existentes no tienen datos actualizados y no hay mecanismos para que los centros y países envíen permanentemente la información. En consecuencia esas bases no son útiles para la evaluación del estado actual de la tecnología, el recurso humano y la calidad de los servicios y laboratorios en la región.</p>	<p>La definición de mecanismos seguros de actualización de las bases de datos requieren soluciones y acuerdos en el futuro próximo. Estas bases deben ser funcionales y útiles cuando los sistemas de calidad hayan mejorado en la región</p>	<p>Existen bases de datos en los países de la región, pero no existe actualización a las bases de datos internacionales</p>	<p>La utilización de datos actualizados sobre la infraestructura en la región facilita la planificación coherente y gestión estratégica y oportuna de los recursos en la región</p>	<p>Dificultad media debido a que algunas de las bases de datos ya han sido establecidas y se cuenta con la necesaria experticia para poder desarrollar aquellas que se requieran, la dificultad consiste en lograr que las instituciones de la región le den la prioridad requerida, a los fines de mantener la información actualizada.</p>

V. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA POR EL GRUPO DE TRABAJO SOBRE SALUD HUMANA EN LA ELABORACION DEL PER

- Pan American Health Organization. *Organization, development, quality control and radiation protection in radiological services - imaging and radiation therapy*. Washington, D.C.: PAHO; 1997
- Jiménez P, Borrás C, Fleitas I. *Accreditation of diagnostic imaging services in developing countries*. Rev Panam Salud Publica. 2006; 20(2/3):104–12.
- John C. Hayes. *Teleradiology: New players, high stakes create capital opportunity*. Diagnostic Imaging Journal. November 2006: 66-81.
- World Health Organization. *Efficacy and Radiation Safety in Interventional Radiology*. Chapter 1. WHO, Geneva, 2000.
- Feig SA. *Screening mammography: a successful public health initiative*. Rev Panam Salud Publica. 2006; 20(2/3):125–33.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources and effects of ionizing radiation*. UNSCEAR 2000 report to the General Assembly, with scientific annexes. Vienna: UNSCEAR; 2000.
- Fleitas I, Caspani CC, Borrás C, Plazas MC, Miranda AA, Brandan ME, et al. La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos. Rev Panam Salud Publica. 2006; 20(2/3):113–24.
- Situación de la Salud en las Américas. Indicadores Básicos. OPS/OMS WDC 2006.
- World Population Prospects. The 2004 Revision. Department of Economic and Social Affairs. United Nations. New York, 2005
- WHA58.22 Cancer prevention and control. World Health Organization, Geneva 2005.
- Howard I. Amols, David A. Jaffray. *Image-guided radiotherapy is being overvalued as a clinical tool in radiation oncology*. Medical Physics, Vol. 33, No. 10, October 2006.
- DIRAC (DIrectory of RAdiotherapy Centres). Available from: <http://www-naweb.iaea.org/nahu/dirac/default.shtm> [Web site]. Accessed 1 December 2006.
- Castellanos ME. Las nuevas tecnologías: necesidades y retos en radioterapia en América Latina. Rev Panam Salud Publica. 2006;20(2/3):143-150
- International Agency for Research on Cancer. Available from: <http://www.iarc.fr/index.html> [Web site]. Accessed 1 December 2006.
- Proceedings: International Forum for Promoting Safe and Affordable Medical Technology in Developing Countries. The World Bank, Washington DC, 2003.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Atomic Energy Agency, International Labour Organisation, Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Co-operation and Development, Pan American Health Organization, World Health Organization. *International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources*. Vienna: IAEA; 1997. (Safety series 115).
- Organización Panamericana de la Salud. Resolución CSP24.R9. 24.a Conferencia Sanitaria Panamericana, Washington, D.C., Estados Unidos de América, septiembre de 1994. Washington, D.C.: OPS; 1994. Disponible en http://www.paho.org/Spanish/GOV/CSP/ftesp_24.htm . Acceso el 1 de diciembre de 2006.
- International Commission on Radiological Protection. The 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP. 1991;21:1–3. (ICRP Publication No. 60).
- International Action Plan for the Radiological Protection of Patients. Disponible en <http://www-ns.iaea.org/downloads/rw/radiation-safety/PatientProtActionPlangov2002-36gc46-12.pdf>. Acceso el 1 de diciembre de 2006.

- Borrás C. *Overexposure of radiation therapy patients in Panama: problem recognition and follow-up measures*. Rev Panam Salud Publica. 2006; 20(2/3):173–87.
- International Atomic Energy Agency. *Accidental overexposure of radiotherapy patients in San Jose, Costa Rica*. Vienna: IAEA; 1998.
- International Atomic Energy Agency. *The Radiological Accident in Goiania*. Vienna: IAEA; 1988.
- Skvarca J, Aguirre A. *Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición*. Rev Panam Salud Pública. 2006; 20(2/3):205-212.

VI. COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

Grupo 2. Salud Humana (Medicina Nuclear, Radioterapia, Física Médica, Radiofarmacia, Nutrición, Radioprotección del Paciente, Biología Molecular Nuclear - Enfermedades Infecciosas)

1. Angel Díaz (**miembro del OCTA**) Venezuela
2. Pilar Orellana (**medicina nuclear**) Chile
3. Rolando Camacho (**radioterapia**) Cuba
4. Esperanza Castellanos (**física médica**) Colombia
5. Henia Balter (**radiofarmacia**) Uruguay
6. José Luis San Miguel Simbrón (**nutrición**) Bolivia
7. Mari Carmen Franco (**radioprotección del paciente**) México
8. Henia Balter (**medicina nuclear y radiofarmacia**) Uruguay
9. *Hugo Marsiglia (radioterapia) Francia*
10. Octavio Fernandes (**biología molecular nuclear - enfermedades infecciosas**) Brasil
11. José Antonio Lozada (Oficial de gerencia de programas)

Puntos focales de Áreas Técnicas del OIEA

1. Pedro Andreo (NAHU)
2. Eduardo Zubizarreta (NAHU)

Organismo Internacional representado en el Taller de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Organización Panamericana de la Salud (OPS)

Pablo Jiménez, Asesor Regional en Salud Radiológica

Comité Asesor del PER y Grupo Directivo del OCTA

1. Jorge Vallejo (**Presidente del OCTA**) Coordinador General – Colombia
2. Juan Antonio Casas Zamora – Director de la División para América Latina del OIEA
3. Ángel Díaz (**Vicepresidente del OCTA**) Venezuela
4. Alberto Miranda (**Secretario del OCTA**) Bolivia
5. Hadj Slimane Cherif – Director de la Oficina de Desarrollo de Programas y Evaluación de Desempeño del OIEA
6. Jane Gerardo-Abaya – Oficial de Gerencia de Programas de apoyo al DIR-TCLA
7. Francisco Rondinelli – Experto en planificación estratégica
8. Angelina Díaz – Experta con experiencia en ARCAL
9. Sergio Olmos – Experto con experiencia en ORA y GT-ORA



ARCAL

Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la
Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe

<http://arc.cnea.gov.ar>