

I Encuentro Interdisciplinario de jóvenes investigadores: Aplicaciones pacíficas de las técnicas nucleares en Uruguay



**ESPACIO
INTERDISCIPLINARIO**
UDELAR



Libro de resúmenes

Organizan

Área Radioquímica – Facultad de Química

Escuela de Nutrición –EUTM

Centro Universitario Regional del Este –sede Rocha

17 y 18 de octubre de 2025

Facultad de Química -Montevideo- Uruguay



*I Encuentro Interdisciplinario de jóvenes investigadores:
Aplicaciones pacíficas de las técnicas nucleares en Uruguay*

Introducción

Las técnicas nucleares con fines pacíficos se han consolidado como herramientas fundamentales para el desarrollo científico en múltiples disciplinas. Su aplicación ha demostrado ser clave en áreas tan diversas como la salud, la agricultura, la seguridad alimentaria y los estudios medioambientales, contribuyendo de manera significativa al avance del conocimiento y al bienestar social. Con el apoyo del Espacio Interdisciplinario el Área Radioquímica de Facultad de Química, la Escuela de Nutrición de la EUTM y el Centro Universitario Regional del Este (CURE) han organizado el I Encuentro Interdisciplinario de jóvenes investigadores: Aplicaciones pacíficas de las técnicas nucleares en Uruguay. El objetivo de este encuentro es difundir a la comunidad las aplicaciones de las técnicas nucleares utilizadas en Uruguay fomentando la comprensión, el interés y la aplicación del uso pacífico de las mismas a través de un enfoque interdisciplinario integrando diversas áreas del conocimiento y promoviendo la colaboración académica y científica a nivel universitario y docentes de educación media.

En la Universidad de la República (Udelar), diversos grupos de investigación trabajan activamente en estos campos, promoviendo la utilización de técnicas nucleares en contextos relevantes para el país. Entre ellos, el Área Radioquímica de la Facultad de Química ocupa un lugar destacado, y en 2025 celebra seis décadas de trayectoria académica, investigadora y de formación de recursos humanos en el área.

Con motivo de esta conmemoración, se organiza por primera vez en Uruguay un evento que reúne a jóvenes investigadores en Ciencias Nucleares con el objetivo de difundir sus trabajos tanto en el ámbito científico como entre actores clave de la sociedad. El evento se orienta especialmente a docentes de Enseñanza Media, cuya labor como multiplicadores del conocimiento resulta esencial para despertar vocaciones científicas en nuevas generaciones.

La organización del evento cuenta con la participación de destacadas unidades académicas de la Udelar, como la Escuela de Nutrición, el Centro Universitario Regional del Este (CURE), el Centro de Medicina Nuclear e Imagenología Molecular del Hospital de Clínicas, el Centro de Investigaciones Nucleares de la Facultad de Ciencias, el Área de Farmacognosia y Productos Naturales de la Facultad de Química y el Polo Tecnológico de Pando así como de grupos relevantes como el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable y el Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM).

Esta iniciativa se enmarca en la sólida experiencia de la Universidad de la República en investigación e innovación, y busca fomentar la interacción interdisciplinaria entre los diferentes grupos que aplican técnicas nucleares. Al mismo tiempo, aspira a ampliar el acceso al conocimiento en esta área estratégica, fortaleciendo el vínculo entre la educación secundaria y la ciencia universitaria, y promoviendo así un desarrollo científico inclusivo y sostenible.



**I Encuentro Interdisciplinario de jóvenes investigadores:
Aplicaciones pacíficas de las técnicas nucleares en Uruguay**



**I Encuentro Interdisciplinario de jóvenes investigadores:
Aplicaciones pacíficas de las técnicas nucleares en Uruguay**



Salón Piriz Mac Coll- Facultad de Química-Gral Flores 2125

Programa de actividades

Viernes 17 de octubre

8:30-9:00	Inauguración del evento. Dra. Ana Rey, Dra. Ana Lía Noguera, Lic. Gabriela Fajardo, Alejandro Negro, Soledad Ruy López		
	Módulo I	Modera Gabriela Fajardo	Penente
9:00-9:20	Area Nutrición	Uso de la energía nuclear en el campo de la nutrición en Uruguay	Guillermo Silva
9:20-9:40	IBCE	Dosimetría Biológica en Oncología Radioterápica y Cardiología Intervencionista	Wlner Martinez
9:40-10:00	CURE	Radionucleidos en el ambiente: patrones de distribución y posibilidades como indicadores	Rodolfo Reboulaz
10:00-10:20	CIN	Aptámeros: detección y tratamiento de enfermedades con técnicas nucleares.	Victoria Cabada
10:20-10:30	Preguntas de la sesión		
10:30-11:00	Receso café		
	Módulo II	Modera Mariella Terán	
11:00-11:20	CHNM	SPECT de perfusión miocárdica con estrés farmacológico o ergométrico en la valoración de la cardiopatía isquémica.	Paula Aristov
11:20-11:40	CHNM	Aportes de la neuroimagen nuclear en la evaluación prequirúrgica de la epilepsia farmacoresistente.	Valentino Méndez
11:40-12:00	CIN	Desarrollo de Nuevos Agentes de imagenología molecular para diagnóstico de cáncer de Mama y Próstata	Lucia Alfaro
12:00-12:20	RQ	Nanomateriales para detectar y potenciar la radiación	Maia Mombrú
12:20-12:30	Preguntas de la sesión		
12:30-14:00	Receso almuerzo		
	Módulo III	Modera Ana Lía Noguera	
14:00-14:20	CHNM	Imagen funcional cerebral de los efectos del consumo frecuente de cannabis del mercado regulado.	Karina Bayardo
14:20-14:40	CUDIM	I&D de nuevas aplicaciones de radionucleidos emisores de positrones y emisores alfa, en diagnóstico y terapia	Kevin Zirbesegger
14:40-15:00	RQ	Desarrollo de potenciales radiofármacos para imagenología molecular en cáncer e infecciones ocultas.	Emilia Tejería y Jessica Osorio
15:00-15:20	CIN	Uso de radiación gamma en ensayos clonogénicos para glioma pediátrico y su aplicación en el CIN	Carolina Furtado
15:20-15:40	IPTP-FQ	Dilución isotópica en la determinación y cuantificación de drogas y contaminantes como método de referencia definitivo a nivel internacional	Maria Jose Castro
15:40-15:45	Preguntas de la sesión		
15:45-16:00	Receso café		
	Módulo IV	Modera Emilia Tejería	
16:00-16:20	CIN	Radionucleidos de Talio como trazadores y marcadores temporales en estudios ambientales y la radiación gamma en mejoramiento agrícola: de las técnicas nucleares al aula	Marcos Tassano
16:20-16:40	CIN	La radiación gamma como herramienta pedagógica en el CBNRI: explorando los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes	Nicole Lecot
16:40-17:00	CURE	Aplicaciones geocronológicas de técnicas nucleares en Uruguay: aportes desde el CURE Rocha	Germán Azcona
17:00-17:20	CENUR-FQ	Espectrometría de masas: una herramienta para asegurar la integridad alimentaria	Natalia Bosil
17:20-17:30	DINT	20 años de dosimetría interna ocupacional	Mariella Terán
17:30-18:00	Conferencia	Interacción con la comunidad sobre percepción de las radiaciones ionizantes	Lourdes Torres

Sábado 18 de octubre

	Módulo V	Modera Mariella Terán	
9:00-10:00	Introducción a las radiaciones y a la radioactividad		
10:00-11:00	Mesa redonda: Retos y perspectivas de la enseñanza de química nuclear en educación media (CES; UTU; CERP Florida)		
11-11:30	Receso café		
11:30-13:00	Taller de técnicas didácticas		
13:00-14:00	Discusión y clausura		



*I Encuentro Interdisciplinario de jóvenes investigadores:
Aplicaciones pacíficas de las técnicas nucleares en Uruguay*

Índice de presentaciones

Uso de la energía nuclear en el campo de la nutrición en Uruguay, <i>Fajardo, Garbierla; Sena, Geraldine; Silva, Guillermo</i>	6
Dosimetría Biológica en Oncología Radioterápica y Cardiología Intervencionista, <i>Burix Mechoso Jaime Córdón; Valentina Ferreira; Rafael Mila; Wilner Martínez-López</i>	7
Radionucleidos en el ambiente: patrones de distribución y posibilidades como indicadores, <i>Rodolfo Reboulaz, Cristina Bañobre, Germán Azcune, Heinkel Bentos Pereira, Laura Fornaro y Ana Lía Noguera</i>	8
Aptámeros: detección y tratamiento de enfermedades con técnicas nucleares, <i>Santiago Pintos; Victoria Calzada</i>	9
SPECT de perfusión miocárdica con stress farmacológico o ergonometrico para la valoración de cardiopatía isquémica <i>Dra. Paula Aristov, Dr. Andrés Damián, Dr. Federico Ferrando, Tec. Aldo Sánchez, Tec. Pablo Bracesco, Dr. Rodolfo Ferrando, Prof. Dr Omar Alonso</i>	10
Aportes de la Medicina Nuclear en Epilepsia Refractaria, <i>Dr. Valentino Méndez; Dr. Andrés Damian; Dr. Rodolfo Ferrando, Prof. Dr Omar Alonso</i>	11
Desarrollo de Nuevos Agentes de imagenología molecular para diagnóstico de cáncer de Mama y Próstata, <i>Lucía Alfaya; Ximena Camacho; Pablo Cabral</i>	12
Nanomateriales para detectar y potenciar la radiación, <i>Maia Mombrú Frutos; Isabel Galain; Martina Viera; Camila Pérez; María Eugenia Pérez; Ivana Aguiar</i>	13
Imagen funcional cerebral de los efectos del consumo frecuente de cannabis del mercado regulado, <i>Dra. Karina Bayardo, TRI Pablo Bracesco, Dr. Carlos Garcia, Dr. Omar Alonso, Dr. Rodolfo Ferrando</i>	14
I&D de nuevas aplicaciones de radionucleidos emisores de positrones y emisores alfa, en diagnóstico y terapia, <i>Kevin Zirbesegger; Florencia Zoppolo; Ingrid Kreimerman; Manuela Bentura; Javier Giglio; Juan Vázquez; German Falasco; Leandro Urrutia; Andres Blengio; Javier Cabillón; Laura Reyes; Andrea Paolino; Fabiana Isaurralde; Rosina Daputo; Florencia Arredondo; Juan Pablo Gambini; Eduardo Savio</i>	15
Desarrollo de potenciales radiofármacos para imagenología molecular en cáncer e infecciones ocultas, <i>Jessica Osorio, María Emilia Tejería, Micaela Moraes, Valentina Lembo, Romina Rossi, Florencia Poggi, Florencia Estévez, Joaquín Afonso, Mariella Terán, Ana Rey</i>	16



*I Encuentro Interdisciplinario de jóvenes investigadores:
Aplicaciones pacíficas de las técnicas nucleares en Uruguay*

Uso de radiación gamma en ensayos clonogénicos para glioma pediátrico y su aplicación en el Centro de Investigaciones Nucleares, <i>Carolina Furtado Prieto, Hebe Durán, Francisco Velázquez Duarte, Inés Ibáñez, Marina Perona, Nicole Lecot</i>	17
Dilución isotópica en la determinación y cuantificación de drogas y contaminantes como método de referencia definitivo a nivel internacional, <i>María José Castro; Lucía Dellepiane; Eleuterio Umpiérrez; Alba Negrín; Antonio Pascale; Melina Pan</i>	18
Radioisótopos de fallout como trazadores y marcadores temporales en estudios ambientales y la irradiación gamma en mejoramiento agrícola: de las técnicas nucleares al aula, <i>Marcos Tassano</i>	19
La radiación gamma como herramienta pedagógica en el CBMRI: explorando los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, <i>Ana Karen Malán; Mauro de Castro; Carolina Furtado; Silvana Bonifacino; Mary Lopretti; Nicole Lecot</i>	20
Aplicaciones geocronológicas de técnicas nucleares en Uruguay: aportes desde el CURE Rocha, <i>Germán Azcune</i>	21
Espectrometría de masas: una herramienta para asegurar la integridad alimentaria, <i>Natalia Besil; María Verónica Cesio; Horacio Heinzen</i>	22
20 años de dosimetría interna ocupacional, <i>Mariella Terán; Maia Zeni; Maia Mombrú Frutos, Juan Carlos Hermida</i>	23



Uso de la energía nuclear en el campo de la nutrición en Uruguay

Fajardo, Garbierla¹; Sena, Geraldine¹; Silva, Guillermo¹

¹Laboratorio de Evaluación del Estado Nutricional, Unidad Académica Departamento de Nutrición Poblacional,
Escuela de Nutrición, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
gsilva@nutricion.edu.uy

La presentación aborda la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas en el estudio y mejora de la nutrición humana. En primer lugar, se introduce la labor del Laboratorio de Evaluación del Estado Nutricional de la Escuela de Nutrición destacando sus líneas de trabajo. La exposición recoge la experiencia de trabajo en el contexto de iniciativas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), que desde hace más de 50 años promueve el uso pacífico de las ciencias nucleares para fortalecer la salud y la nutrición humana. En particular, se detallará el uso de técnicas de isótopos estables para la determinación de la ingesta de leche materna y la evaluación de la lactancia exclusiva; el metabolismo energético, la composición corporal y la biodisponibilidad de micronutrientes. Así como el uso de la absorciometría dual de rayos x para el estudio de la composición corporal. Finalmente, se destacará el valor de estas herramientas científicas para la evaluación de intervenciones nutricionales, el fortalecimiento de políticas públicas y la capacitación de recursos humanos en el uso de métodos de medición no invasivos, seguros y basados en evidencia. El enfoque subraya el valor de las alianzas interinstitucionales y del trabajo conjunto con el OIEA para avanzar en el conocimiento sobre la nutrición, la salud y el bienestar.



Dosimetría Biológica en Oncología Radioterápica y Cardiología Intervencionista

Burix Mechoso^{1,2,3}; Jaime Cordon^{1,4}; Valentina Ferreira⁴; Rafael Mila⁴; Wilner Martínez-López¹

¹IIBCE, MEC, ²UA Biofísica - Facultad de Medicina, Udelar, ³IRCLC, CHPR, ASSE, MSP

⁴CCVU-HC - Facultad de Medicina, Udelar

wilnermartinezlopez@gmail.com

A nivel regional, los datos epidemiológicos indican que el 76,4% de las muertes fueron causadas por enfermedades no transmisibles, muchas de ellas crónicas. De estas enfermedades no transmisibles, las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte, siendo las neoplasias malignas la segunda causa en los países de América Latina y el Caribe. La cardiología intervencionista asistida por imágenes de rayos X, como los procedimientos de angioplastia coronaria, aumentó aproximadamente un 40%, y se estima que para 2030 aumentará considerablemente. Además, para el Proyecto Globocan, en la Región de América Latina y el Caribe, el cáncer representa una carga creciente en todos los países y se estima que para 2030 su incidencia en la región se duplicará. Sin duda, el aumento de los efectos no deseados de la radiación ionizante como efecto secundario de las técnicas de diagnóstico y los tratamientos es un problema actual, ya instalado en la región, aunque permanece desapercibido en toda su magnitud. En este sentido, el Servicio de Biodosimetría del IIBCE participa desde 2017 en un Programa Multicéntrico Internacional apoyado por el OIEA denominado MEDBIODOSE (<https://www.iaea.org/projects/crp/e35010>) con el fin de desarrollar metodologías de dosimetría biológica para su aplicación en oncología radioterápica y cardiología intervencionista. Los efectos secundarios de la radioterapia se relacionan principalmente con el nivel de radiosensibilidad de las pacientes con cáncer. Por lo tanto, hemos implementado una metodología para determinar la eficiencia del punto de control del ciclo celular en la etapa G2 en una población de mujeres sanas en Uruguay, con el fin de compararla con el nivel de radiosensibilidad de pacientes con cáncer de cuello uterino avanzado que se someterán a radioterapia, a fin de minimizar anticipadamente los efectos secundarios de la radiación en estas pacientes. Por otro lado, la mayoría de los trabajadores expuestos son radiólogos o radioterapeutas, quienes están expuestos a dosis bajas y reiteradas de radiación ionizante. Si bien se ha realizado un gran esfuerzo en este sentido, hasta ahora no existen suficientes evidencias para detectar los efectos perjudiciales de las bajas dosis en los trabajadores ocupacionalmente expuestos, debido a que aún se requiere un gran número de personas expuestas, así como el seguimiento a largo plazo. En este sentido, hemos diseñado nuevas metodologías cito-moleculares para determinar sistemáticamente el efecto biológico acumulado de la exposición a bajas dosis de radiación. Recientemente hemos publicado los valores de referencia de exposición a radiaciones ionizantes de un grupo de cardiólogos intervencionistas que representan al grupo de trabajadores expuestos a la radiación más expuestos en Uruguay, pertenecientes al Centro Cardiovascular Universitario (CCVU) de nuestra Facultad de Medicina (Udelar), y se están desarrollando nuevos enfoques para establecer criterios biológicos para categorizar las exposiciones de los trabajadores expuestos a dosis bajas y repetidas de radiación ionizante.



Radionucleidos en el ambiente: patrones de distribución y posibilidades como indicadores

Rodolfo Reboulaz¹, Cristina Bañobre¹, Germán Azcune¹, Heinkel Bentos Pereira¹, Laura Fornaro¹ y Ana Lía Noguera¹

¹*Departamento de Desarrollo Tecnológico, Centro Universitario Regional del Este, Universidad de la República, Ruta 9 y Ruta 15, Rocha, Uruguay*
reboulazlga@gmail.com

La radiactividad natural está presente en todo el planeta, aunque su distribución y concentración dependen de factores geológicos y fisicoquímicos locales. En la región este de Uruguay se han desarrollado estudios que muestran la coexistencia de fuentes naturales y antrópicas de radioactividad ambiental. Entre las naturales destacan los depósitos de arenas negras en el área Aguas Dulces-Valizas y los suelos graníticos de Garzón, ambos ricos en ^{238}U y ^{232}Th . Como fuente antrópica, se detectó ^{137}Cs en lagunas, en niveles acordes con la contaminación atmosférica global generada por eventos nucleares. Las investigaciones realizadas abarcan desde la caracterización de la distribución de radionucleidos hasta la exploración de su uso como indicadores ambientales y geoquímicos. Entre los principales resultados se incluyen:

Cuantificación de emisores gamma y alfa en suelos y sedimentos, agua y biota.

Análisis de actividad alfa y beta total, así como radionucleidos particulares, en aguas subterráneas y aguas termales.

Estudios de transferencia de radionucleidos a otros compartimentos ambientales.

Estimación de índices de riesgo radiológico.

Dataciones geocronológicas con ^{210}Pb y ^{137}Cs para reconstrucciones paleoambientales.

Uso de ^{210}Po como radiotrazador en cadenas tróficas acuáticas.

Evaluación de radionucleidos naturales en materiales naturalmente radiactivos (NORMs), como fertilizantes y materiales de construcción.

Estudio de la exhalación de ^{222}Rn en suelos, tanto como indicador radiológico como por su potencial aplicación como trazador geoquímico e hidrogeológico en medios fracturados.

En conjunto, estos trabajos constituyen una primera aproximación integral al estudio de la radioactividad ambiental en el este de Uruguay, aportando información relevante en los planos científico y sanitario, y sentando bases para el diseño de normativas y futuras investigaciones.



Aptámeros: detección y tratamiento de enfermedades con técnicas nucleares.

Santiago Pintos¹; [Victoria Calzada](#)¹

¹Área de Radiofarmacia, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
vcalzada@fcien.edu.uy

Los aptámeros son pequeños fragmentos de oligonucleótidos estructurados con la capacidad de reconocer una molécula diana con alta afinidad y especificidad. Se obtienen a partir de grandes bibliotecas mediante un proceso *in vitro* y pueden ser sintetizados químicamente a gran escala, lo que los convierte en una poderosa herramienta biotecnológica. Si bien por sí mismos pueden actuar como agentes agonistas o antagonistas, su alta capacidad de funcionalización los hace óptimos para ser utilizados como agentes de diagnóstico o terapia, así como elementos de drug delivery.

Su gran versatilidad y las características que comparten con péptidos y anticuerpos les otorgan notables ventajas desde el punto de vista químico y biológico. Son generados con alta pureza y reproducibilidad, lo que permite un control preciso sobre su integridad. Además, su estabilidad química es superior a la de los anticuerpos, y su peso molecular (10-20 KDa) facilita la penetración en tejido así como la eliminación del organismo, lo cual es ideal para aplicaciones de imagenología. Los aptámeros no son inmunogénicos ni tóxicos, lo que reduce el riesgo de efectos adversos en pacientes. Por ello, resultan moléculas muy prometedoras en el campo de la radiofarmacia.

En nuestra área se trabaja con aptámeros desde el año 2011 con el fin de generar nuevos agentes de imagenología molecular. Actualmente, estamos desarrollando nuevos aptámeros para el diagnóstico y tratamiento de diversas patologías. Asimismo, aplicamos variantes de selección de aptámeros como Cell-SELEX o *in vivo* SELEX, para poder identificar también nuevos blancos moleculares.

Referencias

- Castelli, R.; Ibarra, M.; Faccio, R.; Miraballes I.; Fernández, M.; Moglioni, A.; Cabral, P.; Cerecetto, H.; Glisoni, R.J.; Calzada, V*. T908 Polymeric Micelles Improved the Uptake of Sgc8-c Aptamer Probe in Tumor-Bearing Mice: A Co-Association Study between the Probe and Preformed Nanostructures. *Pharmaceuticals (Basel)*. 15(1):15, 2021
- Sicco E.; Mónaco A.; Fernández M.; Moreno M.; Calzada V.*; Cerecetto, H. Metastatic and non-metastatic melanoma imaging using Sgc8-c aptamer PTK7-recognizer. *Sci Rep*. 11(1):19942, 2021.
- Sicco E. ; Baez J. ; Ibarra M. ; Fernandez M.; Cabral P.; Moreno M.; Cerecetto H.; Calzada V*. Sgc8-c Aptamer as a Potential Theranostic Agent for Hemato-Oncological Malignancies. *Cancer Biother Radiopharm*. 35(4):262-270, 2020.
- Sicco E.; Báez J.; Margenat J.; García M.F.; Ibarra M.; Cabral P.; Moreno M.; Cerecetto H.; Calzada V*. Derivatizations of Sgc8-c aptamer to prepare metallic radiopharmaceuticals as imaging diagnostic agents: Syntheses, isolations and physicochemical characterizations. *Chem Biol & Drug Des*. 91(3):747-755, 2018.
- Calzada V.*; Moreno M.; Newton J.; Fernández M.; Ibarra M.; Cabral P.; Quinn T.P.; Cerecetto H. Development of new PTK7-targeting aptamer-fluorescent and -radiolabelled probes for evaluation as molecular imaging agents: Lymphoma and melanoma *in vivo* proof of concept. *Bioorg Med Chem*, 25(3):1163-1171, 2017.



SPECT de perfusión miocárdica con stress farmacológico o ergonometrico para la valoración de cardiopatía isquémica.

Dra. Paula Aristov¹, Dr. Andrés Damián¹, Dr. Federico Ferrando¹, Tec. Aldo Sánchez¹, Tec. Pablo Bracesco¹, Dr. Rodolfo Ferrando¹, Prof. Dr. Omar Alonso¹

1Unidad Académica de Medicina Nuclear e Imagenología Molecular, Hospital de Clínicas, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

aristovpaula@gmail.com

El SPECT de perfusión miocárdica es fundamental en la evaluación de la cardiopatía isquémica, al detectar isquemia, estimar viabilidad y estratificar riesgo. En quienes no pueden realizar ejercicio, el dipiridamol es una alternativa validada, aunque los parámetros hemodinámicos convencionales son poco específicos para confirmar la eficacia del estímulo.

La adenosina produce redistribución vascular con disminución de la captación esplénica tras el estrés (splenic switch-off), descrito en estudios PET como marcador objetivo de respuesta vasodilatadora y con valor pronóstico adicional. El Tc-99m MIBI, por su biodistribución predecible y proporcional al flujo en el momento de la inyección, ofrece la posibilidad de investigar este fenómeno mediante SPECT, lo que permitiría confirmar la adecuación del estrés farmacológico y optimizar la interpretación diagnóstica.

Se realizó un estudio prospectivo, observacional y longitudinal en pacientes adultos derivados al Servicio de Medicina Nuclear (agosto 2025–abril 2026) para valoración de isquemia miocárdica. Todos recibieron dipiridamol (0,56 mg/kg) seguido de Tc-99m MIBI de acuerdo al protocolo habitual del servicio. Se adquirieron imágenes estáticas de abdomen en posición posterior entre los 10 y 30 minutos post inyección, además del SPECT de perfusión miocárdica según protocolo estándar. Se cuantificó la captación hepática y esplénica en estrés y reposo. Se valoró la respuesta clínica al dipiridamol mediante parámetros hemodinámicos y síntomas, complementando con la cuantificación objetiva del índice de respuesta esplénica (SRR). Se reclutaron 10 pacientes (5 mujeres y 5 hombres, entre 42 y 81 años). En todos los pacientes el estudio fue indicado para descartar isquemia miocárdica. Siete pacientes presentaron isquemia en el estudio de perfusión y 3 fueron normales. Todos los pacientes presentaron respuesta clínica al dipiridamol (10 por cambios de PA y de FC, ninguno presentó síntomas y 3 por presencia de isquemia). En todos los casos se observó una menor relación bazo/hígado en situación de estrés farmacológico en comparación con el reposo. El índice de bazo/hígado fue de 0.5 ± 0.1 en estrés y de 0.71 ± 0.16 en reposo ($p < 0.001$). El SRR fue de 0.71 ± 0.09 .

El splenic switch-off puede evaluarse en SPECT de perfusión miocárdica con Tc-99m MIBI y tiene el potencial de ser un marcador de la vasodilatación con dipiridamol. Su validación en una cohorte más amplia permitirá confirmar su valor como marcador objetivo de la respuesta vasodilatadora y optimizar la interpretación diagnóstica, reduciendo falsos negativos.



Aportes de la Medicina Nuclear en Epilepsia Refractaria

Dr. Valentino Méndez¹; Dr. Andrés Damian¹; Dr. Rodolfo Ferrando¹, Prof. Dr Omar Alonso¹

¹Unidad Académica de Medicina Nuclear e Imagenología Molecular, Hospital de Clínicas, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

valentinomr18@gmail.com

La epilepsia refractaria constituye un problema clínico de gran relevancia por la dificultad que implica su tratamiento. Uno de los pilares fundamentales para ofrecer un abordaje quirúrgico como alternativa terapéutica efectiva es la correcta identificación del foco epileptógeno. El Hospital de Clínicas desarrolló hace más de dos décadas un programa interdisciplinario de cirugía de epilepsia que integra diferentes técnicas de neuroimagen estructural y funcional. Entre estas se encuentran la Tomografía por Emisión de Fotón Único, realizada mediante inyección del radiotrazador guiada por video-EEG en momentos de crisis y en estado basal, seguida de la sustracción de imágenes y su corrección con resonancia magnética (técnica SISCOM). Asimismo, se incorporó la Tomografía por Emisión de Positrones (PET) con ¹⁸F-FDG, asociada a registro EEG previo y posterior a la inyección del radiotrazador. En este marco, la Unidad Académica de Medicina Nuclear ha impulsado distintas líneas de investigación que buscan optimizar las técnicas de localización no invasiva del foco epileptógeno. Se desarrolló un software cuyo algoritmo mostró mayor precisión y menos falsos positivos que la sustracción clásica para apoyar la detección de zonas epileptogénas integrando SPECT ictal-interictal y RM; obteniendo una herramienta clínica más eficiente. Se estudiaron pacientes con epilepsia del lóbulo temporal farmacorresistente, explorando el valor del SPECT ictal en la caracterización de las crisis y en el diagnóstico diferencial con otros episodios no epilépticos. Asimismo, se investigaron las alteraciones en la perfusión cerebral vinculadas a fenómenos clínicos como la afasia ictal, lo que permitió profundizar en la relación entre actividad eléctrica y funciones cognitivas. Otro eje de trabajo consistió en el análisis retrospectivo del aporte del registro electroencefalográfico durante la realización de estudios de PET con FDG, con el propósito de evaluar su utilidad en la lateralización y localización del foco. Finalmente, se encuentra en desarrollo un estudio prospectivo observacional y analítico destinado a examinar la influencia de la actividad eléctrica interictal, registrada en EEG de superficie, sobre la perfusión cerebral en pacientes con epilepsia refractaria. Este conjunto de investigaciones refleja el esfuerzo de la unidad académica por fortalecer el papel de la Medicina Nuclear en la neurología clínica, contribuyendo al avance de herramientas diagnósticas que permitan mejorar la calidad de vida de las personas con epilepsia.



Desarrollo de Nuevos Agentes de imagenología molecular para diagnóstico de cáncer de Mama y Próstata

Lucía Alfaya ¹; Ximena Camacho ¹; Pablo Cabral ¹

¹ Área Radiofarmacia, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, UDELAR, Montevideo, Uruguay
lalfaya.27@gmail.com

La Imagenología Molecular permite visualizar y medir procesos biológicos a nivel molecular y celular, usando técnicas como medicina nuclear e imagenología óptica. Este proyecto se centró en desarrollar y evaluar agentes de imagen innovadores para cáncer de próstata y mama, mediante nuevos trazadores radiactivos dirigidos a receptores sobreexpresados como el de la hormona LHRH y el receptor de membrana HER2.

Se diseñaron dos radiotrazadores basados en un análogo del péptido LHRH:

- [^{99m}Tc]Tc-HYNIC-GSG-LHRH(D-Lys6)
- [⁶⁸Ga]Ga-DOTA-Ahx-LHRH(D-Lys6)

Ambos mostraron alta pureza radioquímica (>94%), estabilidad in vitro, especificidad en líneas celulares tumorales de cáncer de mama y próstata, así como buena captación tumoral en modelos animales, con relaciones Tumor/Músculo >5. Las imágenes PET/CT y SPECT/CT confirmaron su capacidad para detectar tumores.

Además, se desarrolló un tercer radiofármaco:

- [^{99m}Tc]Tc-HYNIC-Trastuzumab, dirigido al receptor HER2, con buena estabilidad y captación específica en cáncer de próstata. Mostró tumores visibles hasta 24 h post inyección en modelos preclínicos.

En conclusión se logró desarrollar tres radiofármacos prometedores para el diagnóstico del cáncer de mama y próstata. Los resultados justifican continuar con su caracterización y aplicabilidad en futuras investigaciones.



Nanomateriales para detectar y potenciar la radiación

Maia Mombrú Frutos¹; Isabel Galain^{1,2}; Martina Viera^{1,3}; Camila Pérez¹, María Eugenia Pérez³, Ivana Aguiar¹

¹Área Radioquímica, Departamento Estrella Campos, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

²Grupo de Nanomedicina e Nanotoxicología, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil

³Departamento de Desarrollo Tecnológico, Centro Universitario Regional del Este, Universidad de la República, Rocha, Uruguay
maiam@fq.edu.uy

El grupo Nanomateriales y Radiación del Área Radioquímica desarrolla nanomateriales de compuestos semiconductores con distintas aplicaciones, entre ellas detectores de radiación ionizante a temperatura ambiente, y radiosensibilizadores para potenciar el tratamiento de radioterapia en pacientes oncológicos.

Para la aplicación de detectores de radiación ionizante, se sintetizan nanopartículas en estado sólido que luego se prensan en sólido formando pastillas, las que son la base de los detectores prototipo construidos. Se han estudiado diferentes métodos de prensado para optimizar las propiedades del detector, como son una baja corriente oscura, una alta resistividad, y una buena señal de respuesta. La prueba de respuesta a radiación ionizante se realiza con dos tipos de fuentes. La primera es una fuente patrón de Am-241 con una tasa de exposición del orden de 1×10^{-4} uGy/s. Por otro lado, se emplea un tubo de rayos X con un target de W y filtro de Al, con una tasa de exposición del orden de 1 uGy/s. Las caracterizaciones de los detectores permitieron determinar parámetros como la sensibilidad o el límite de detección, resultando en valores comparables a los de otros materiales semiconductores que están en desarrollo actualmente.

Por otro lado, se sintetizan nanopartículas biocompatibles y se evalúa su toxicidad y eficiencia como radiosensibilizadores. A partir de ensayos *in vitro* en células normales y cancerígenas se pudo determinar una baja toxicidad (hasta una concentración de 100 µg/mL). La viabilidad de células de cáncer de mama y pulmón se estudia irradiando a una dosis de radiación ionizante de 2, 4 o 8 Gy. Con las nanopartículas, se incrementa hasta un 40% la muerte celular en comparación con las células irradiadas sin presencia de nanopartículas. Además, estas nanopartículas afectan la proliferación de células cancerígenas. El desarrollo de este trabajo multidisciplinario subraya el potencial de las nanopartículas en aplicaciones biomédicas.



Imagen funcional cerebral de los efectos del consumo frecuente de cannabis del mercado regulado

Dra. Karina Bayardo¹, TRI Pablo Bracesco¹, Dr. Carlos García², Dr. Omar Alonso¹, Dr. Rodolfo Ferrando¹.

¹ Unidad Académica de Medicina Nuclear e Imagenología Molecular. Hospital de Clínicas. Facultad de Medicina. Udelar.

² Laboratorio de Farmacognosia. Facultad de Química. Udelar.

kbayardo07@gmail.com

Introducción: Hace más de una década en Uruguay desde la aprobación de la Ley N° 19.172 (2014) se legalizan diversas vías de acceso al cannabis con fines recreativos permitiendo estudiar los efectos de la droga y las concentraciones de tetrahidrocannabinol (THC) sobre el flujo sanguíneo cerebral.

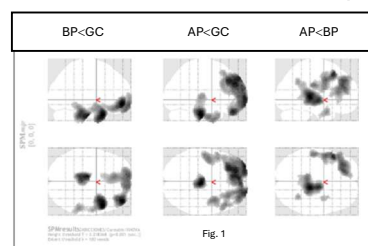
Metodología: Se estudiaron 39 consumidores de 19-37 años, $28,1 \pm 4,9$ años (media $\pm$ DE), 28 hombres; 19 consumieron cannabis de baja potencia (BP) (THC 2-9%, CBD 3-7%) y 20 de alta potencia (AP) (THC 11-22%, media 17%; CBD < 1%), con un consumo $\geq$ a 6 meses y sin consumo de otras drogas, excepto tabaco y alcohol sin criterios de abuso y excluyendo antecedentes psiquiátricos o neurológicos. La historia de consumo de los de BP fue de 6 a 24 meses ($15,5 \pm 5,7$), con una dosis semanal de 2 a 25 grs. ($10,9 \pm 6,8$) y un promedio de consumo previo de otras variedades de 8,6 años (1 a 17 años) y la de los de AP fue de 7 a 64 meses ($34,4 \pm 23,3$), con una dosis semanal de 1,5 a 17,5 grs ($6,5 \pm 4,3$) y un promedio de consumo previo de otras variedades de 8,9 años (1 a 16 años). Se compararon con 30 controles sanos (GC), de 19-36 años, $26,6 \pm 5,5$, 23 hombres. Todos fueron evaluados mediante SPECT de perfusión cerebral con ^{99m}Tc-ECD. Las imágenes fueron analizadas con SPM8, con valores p sin corregir < 0,001 a nivel de vóxel y grupos > 100 vóxeles. Las muestras de cannabis se analizaron en el Laboratorio de Farmacognosia.

Resultados: Los usuarios de BP mostraron una hipoperfusión significativa en la corteza frontal a nivel polar bilateral, orbitofrontal bilateral y a predominio derecho y frontal ventromedial bilateral, temporal derecha y el tronco encefálico. Los de AP mostraron hipoperfusión prefrontal que se extendió a las cortezas dorsolateral, dorsomedial y al cíngulo anterior, así como a la temporal bilateral y al tálamo derecho. Los usuarios de AP presentaron una perfusión menor que los de BP en la corteza prefrontal dorsolateral e inferolateral izquierda, la corteza temporal anterior izquierda y el tálamo derecho (Fig.1). Los usuarios de AP presentaron una hipoperfusión mayor a pesar de consumir menos cannabis que los de BP ($p = 0,014$). Si bien los usuarios de AP presentaron una mayor duración del consumo de la variedad específica ($p = 0,0015$), su historial de consumo de cannabis no difirió del de los de BP.

Conclusión: El cannabis legal provoca una reducción del flujo sanguíneo prefrontal y temporal, que afecta las áreas del sistema de recompensa, siendo más pronunciada en los usuarios de AP y extendiéndose a las regiones dorsales, implicadas en las funciones cognitivas superiores. La mayor concentración de THC podría ser un factor principal, pero también la menor concentración de CBD, justificando una mayor investigación mediante neuroimagen.

Bibliografía:

Lundqvist, T. y col. Frontal lobe dysfunction in long-term cannabis users. *Neurotoxicology and*



AP



Teratology; **23**, 437-443 (2001).

I&D de nuevas aplicaciones de radionucleidos emisores de positrones y emisores alfa, en diagnóstico y terapia

Kevin Zirbesegger¹; Florencia Zoppolo¹; Ingrid Kreimerman¹; Manuela Bentura¹; Javier Giglio¹; Juan Vázquez¹; German Falasco¹; Leandro Urrutia¹; Andres Blengio¹; Javier Cabillón¹; Laura Reyes¹; Andrea Paolino¹; Fabiana Isaurralde¹; Rosina Dapuetto¹; Florencia Arredondo¹; Juan Pablo Gambini¹; Eduardo Savio¹

¹*Centro Uruguayo de Imagenología Molecular, Departamento de radiofarmacia, I&D químico farmacéutico y biomédico, Montevideo, Uruguay*
kevin.zirbesegger@cudim.org

El Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM), es un centro nacional para el desarrollo de la investigación y aplicaciones en ciencias de la salud. En el mismo se fomentan actividades clave como: diagnóstico mediante exámenes clínicos de rutina en pacientes con cobertura de salud pública y privada; terapia con radiofármacos de enfermedades oncológicas; formación de recursos humanos a nivel de grado y de posgrado; e investigación básica y clínica, con el fin de desarrollar nuevos productos y evaluar su impacto en distintas patologías.

En este contexto, la presentación abordará ejemplos de moléculas marcadas con los radionucleidos emisores de positrones: carbono-11, flúor-18 y galio-68, utilizadas con fines de diagnósticos. Además se mencionarán los radiofármacos con potencial uso terapéutico, consistentes en péptidos marcados con el emisor alfa actinio-225. En este sentido, se detallará el circuito recorrido en el desarrollo de un radiofármaco, tanto de uso diagnóstico, como de terapia. Desde las etapas iniciales de la producción del radionucleido en cuestión (en ciclotrón), las plataformas utilizadas para incorporar dicho radionucleido en la molécula precursora (módulos de síntesis automatizados), el control de calidad y aplicación del radiofármaco. Finalmente, se presentarán las diferentes líneas de trabajo de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en CUDIM. Éstas implican el uso de radiofármacos de diagnóstico y terapia, con aplicación en enfermedades neurodegenerativas y oncológicas. Entre las líneas de investigación se destacan: la optimización del proceso productivo de galio-68 en ciclotrón y su aplicación en la marcación de diferentes radiofármacos de diagnóstico de uso clínico; la investigación y desarrollo del radiotrazador [¹¹C]harmina con potencial uso diagnóstico en cáncer de próstata de alta agresividad; desarrollo de diferentes radiofármacos de terapia con actinio-225 con potencial uso terapéutico en diferentes enfermedades oncológicas; entre otras.



Desarrollo de potenciales radiofármacos para imagenología molecular en cáncer e infecciones ocultas.

Jessica Osorio, María Emilia Tejería, Micaela Moraes, Valentina Lembo, Romina Rossi, Florencia Poggi, Florencia Estévez, Joaquín Afonso, Mariella Terán, Ana Rey

Área Radioquímica, Departamento Estrella Campos, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
etejeria@fq.edu.uy
j.vosorio93@gmail.com

Un radiofármaco es una molécula que posee un átomo radiactivo en su estructura, la cual mediante diferentes mecanismos se acumula selectivamente en el órgano o tejido de interés con el objetivo de diagnosticar o tratar una patología. Los procedimientos diagnósticos consisten en administrar en forma sistémica un radiofármaco que contenga un radionucleido emisor γ o emisor β^+ cuya radiación de alto poder de penetración es detectada externamente con equipamiento adecuado permitiendo evaluar la funcionalidad de los órganos a fin de detectar alteraciones metabólicas asociadas con diversas enfermedades.

En la actualidad el Área Radioquímica tiene dos líneas de investigación principales en Radiofarmacia que buscan el desarrollo y la evaluación de potenciales radiofármacos de diagnóstico de infecciones ocultas y de diferentes tipos de cáncer permitiendo el diagnóstico y seguimiento de las terapias a través de imágenes. Este trabajo involucra la mayoría de las etapas necesarias para el desarrollo de un radiofármaco, desde la búsqueda de un blanco molecular presente en la patología, estudios *in silico*, síntesis de precursores o ligandos que interaccionen con el blanco molecular seleccionado, optimización de la marcación con ^{99m}Tc , ^{68}Ga y ^{18}F , radionucleídos principalmente utilizados en el área, estudios fisicoquímicos, de estabilidad y estudios biológicos *in vitro* e *in vivo* en modelos animales de experimentación.

En el caso del desarrollo de radiofarmacos para infecciones ocultas se trabaja principalmente con el radiomarcado de análogos estructurales de defensinas pretenecientes a la flora nativa y de carboazúcares con actividad antimicrobiana buscando una alta unión a diferentes microorganismos patógenos. Para el desarrollo de potenciales agentes diagnóstico para cancer de mama nuestro grupo actualmente trabaja con agentes dirigidos a los receptores de estrógenos, al receptor de factor de crecimiento epidérmico y receptores de integrinas del microambiente tumoral.



Uso de radiación gamma en ensayos clonogénicos para glioma pediátrico y su aplicación en el Centro de Investigaciones Nucleares.

Carolina Furtado Prieto^{1,2}, Hebe Durán³, Francisco Velázquez Duarte^{3,4}, Inés Ibáñez³, Marina Perona³, Nicole Lecot¹

¹ Laboratorio de Técnicas Nucleares Aplicadas a Bioquímica y Biotecnología, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, Udelar, Montevideo, Uruguay

² Unidad Académica de Medicina Nuclear e Imagenología Molecular, Hospital de Clínicas Dr Manuel Quintela, Facultad de Medicina, Udelar, Montevideo, Uruguay

³ Subgerencia de Tecnologías y Aplicaciones de Aceleradores, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina

⁴ Instituto de Biociencias, Biotecnología y Biología Traslacional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, Buenos Aires, Argentina
carofurtado12@gmail.com

El Laboratorio de Técnicas Nucleares Aplicadas a Bioquímica y Biotecnología del Centro de Investigaciones Nucleares desarrolla proyectos orientados al uso pacífico de las radiaciones ionizantes en áreas como nanomateriales y aplicaciones médicas.

En el marco de un proyecto sobre nanocarriers para diagnóstico y terapia de gliomas pediátricos de alto grado, se llevó a cabo un ensayo clonogénico en la línea celular SF8628 (glioma pontino intrínseco difuso). El estudio se realizó durante una pasantía en la Subgerencia de Tecnologías y Aplicaciones de Aceleradores del Centro Atómico Constituyentes (CNEA, Argentina).

El objetivo fue evaluar la capacidad de supervivencia y proliferación clonogénica de esta línea celular tras exposición a dosis controladas de radiación gamma, comparables a las empleadas en protocolos clínicos. Este enfoque permite determinar su radiosensibilidad o radioresistencia, así como explorar el efecto de fármacos y coadyuvantes sobre la respuesta radiobiológica.

Los resultados de este tipo de ensayos aportan información clave para optimizar estrategias terapéuticas personalizadas, contribuir al diseño de radiofármacos y terapias radioisotópicas, y abrir nuevas posibilidades en el tratamiento de tumores pediátricos altamente agresivos en Uruguay con personal capacitado.



Dilución isotópica en la determinación y cuantificación de drogas y contaminantes como método de referencia definitivo a nivel internacional

María José Castro¹; Lucía Dellepiane¹; Eleuterio Umpiérrez¹; Alba Negrín²; Antonio Pascale²; Melina Pan².

*¹Unidad de Medio Ambiente, Drogas y Doping – Instituto Polo Tecnológico de Pando, Facultad de Química,
Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.*

*²Departamento de Toxicología, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.
mcastro@fq.edu.uy*

La dilución isotópica, aplicada junto a cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC/MS o LC/MS/MS) constituye el método de referencia internacional para la cuantificación precisa y trazable de drogas y contaminantes en diversas matrices biológicas. Su principio se basa en la adición de un análogo isotópicamente marcado de la sustancia de interés — por ejemplo, con deuterio, carbono¹³ o nitrógeno¹⁵ — antes del proceso analítico. Esto permite corregir pérdidas, variaciones instrumentales y efectos de matriz, garantizando además la exactitud y comparabilidad de los resultados entre laboratorios.

En Uruguay, la aplicación de esta metodología ha permitido abordar casos de relevancia sanitaria y social, principalmente en población infantil expuesta a drogas de abuso. El primer estudio corresponde a la detección de 11-nor-9-carboxi-THC, metabolito del tetrahidrocannabinol (THC), principal componente psicoactivo, en muestras de orina de niños de hasta 6 años de edad. Las concentraciones obtenidas, entre 4 y 277 ng/mL, siete muestras del total se situaron por debajo del cut-off de los kits inmunocromatográficos (50 ng/mL), evidenciando la mayor sensibilidad y especificidad del GC/MS frente a los métodos de screening. Este hallazgo confirmó exposiciones accidentales y ambientales a cannabis que fueron detectadas por pruebas rápidas.

El segundo estudio involucró la determinación de benzoilecgonina (BZE), metabolito principal de la cocaína, también en muestras biológicas de población infantil. Las concentraciones oscilaron entre 1 y 210 ng/mL, todas por debajo de los límites de detección de los test inmunocromatográficos (300 ng/mL). La identificación mediante dilución isotópica permitió confirmar exposiciones transplacentarias, mediante lactancia, ambientales y accidentales. En conjunto, estos casos demuestran la importancia de los métodos confirmatorios basados en dilución isotópica y espectrometría de masas como herramientas de referencia internacional para el control de drogas y contaminantes. Además, subrayan el valor sanitario de la detección temprana de exposición en población infantil, contribuyendo a la protección de la salud pública y al fortalecimiento de las investigaciones toxicológicas.



Radioisótopos de fallout como trazadores y marcadores temporales en estudios ambientales y la irradiación gamma en mejoramiento agrícola: de las técnicas nucleares al aula

Marcos Tassano^{1,2}

¹Laboratorio de Radioquímica – Centro de Investigaciones Nucleares - Facultad de Ciencias –
Universidad de la Republica

²Instituto Una Salud – Universidad de la Republica
tassanom@gmail.com

Los radionucleidos de deposición atmosférica ^{137}Cs , $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ y $^{239+240}\text{Pu}$ constituyen herramientas robustas para cuantificar la redistribución del suelo, fechar sedimentos recientes y realizar “fingerprinting” de fuentes de sedimento en cuencas agrícolas. En esta presentación sintetizo avances metodológicos y aplicaciones en Uruguay, integrando: (i) líneas base de inventarios y su variabilidad espacial; (ii) estimaciones de tasas de erosión/depósito a distintas ventanas temporales ($^{137}\text{Cs} \approx 50\text{--}60$ años; $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}} \approx 100$ años) y su relación con cambios de manejo de suelo (labranza vs siembra directa vs pastura natural); y (iii) la contribución de firmas de relaciones de $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ para refinar cronologías del fallout y evitar fechados ambiguos. Asimismo, se mostrará cómo llevar estas técnicas al aula: demostraciones de espectrometría gamma con detectores portátiles, identificación de picos gamma y ejercicios de interpretación de inventarios para cursos de grado/posgrado. Finalmente, se presentará una aplicación industrial relevante: irradiación gamma para inducción de variabilidad genética y generación de nuevas variedades de cítricos en Uruguay, destacando fundamentos y potencial de transferencia. El hilo conductor es doble: las técnicas nucleares como instrumentación cuantitativa para la gestión sustentable del suelo y del agua, y como puente pedagógico que motiva a estudiantes mediante problemas reales y experiencias de laboratorio.



La radiación gamma como herramienta pedagógica en el CBMRI: explorando los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

Ana Karen Malán¹; Mauro de Castro¹; Carolina Furtado¹; Silvana Bonifacino¹; Mary Lopretti¹; Nicole Lecot¹

¹ *Laboratorio de Técnicas Nucleares Aplicadas a Bioquímica y Biotecnología, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay*
nlecot@fcien.edu.uy

En el Centro de Investigaciones Nucleares de la Facultad de Ciencias se dicta anualmente el Curso Básico de Metodología de los Radioisótopos, dirigido a estudiantes de la Tecnicatura en Radioisótopos de la UTM, médicos en formación en Medicina Nuclear y alumnos de grado de Facultad de Ciencias que lo toman como electiva. El curso incluye un módulo de nivelación y, posteriormente, el estudio de la radiactividad, protección radiológica, efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones en radiofarmacia, bioquímica y biotecnología. Las radiaciones ionizantes ejercen sus efectos mediante interacciones directas con biomoléculas o de forma indirecta a través de la generación de radicales libres, capaces de dañar el ADN y conducir a mutaciones o muerte celular [1]. Para ejemplificar estos mecanismos, se desarrollan dos actividades prácticas utilizando el GammaCell, una fuente cerrada de radiación gamma basada en ⁶⁰Co. En la primera práctica, se irradiaron cultivos de *Escherichia coli* y se cuantificó la viabilidad celular en función de la dosis administrada. Esto permitió construir curvas de supervivencia, calcular la dosis letal 50 (DL50) y la dosis de reducción decimal (D10), parámetros de relevancia en procesos de esterilización de la industria alimentaria y farmacéutica [2]. El mismo experimento se realizó con una cepa deficiente en el gen RecA, involucrado en la reparación del ADN, la cual mostró mayor sensibilidad a la radiación gamma en comparación con la cepa salvaje, evidenciando la importancia de los mecanismos de reparación en la resistencia celular al daño inducido. En la segunda práctica, se irradiaron cultivos de células tumorales de tiroides (8505c) y células tiroideas no tumorales (Nthy-ORI-3-1). La viabilidad *in vitro* se evaluó mediante el ensayo de MTT, observándose una disminución de la viabilidad celular en ambos tipos celulares tras la irradiación. No obstante, la línea tumoral mostró mayor sensibilidad a la radiación gamma, y dicha respuesta dependió del medio en que se encontraban las células al momento de la exposición (medio de cultivo, agua o PBS). Estas experiencias prácticas permiten a los estudiantes comprender de manera experimental los efectos diferenciales de la radiación gamma sobre células eucariotas y procariotas, vinculando los fundamentos de la radiobiología con aplicaciones concretas en medicina, biotecnología e industria.

Referencias: 1-Hall, E. J., & Giaccia, A. J. (2019). *Radiobiology for the Radiologist* (8th ed.). Wolters Kluwer; 2- IAEA. (2017). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*. Safety Series No. GSR Part 3. Vienna: IAEA.



Aplicaciones geocronológicas de técnicas nucleares en Uruguay: aportes desde el CURE Rocha

Germán Azcune

*Departamento de Desarrollo Tecnológico, Centro Universitario Regional del Este, Universidad de la República, Rocha, Uruguay
german.azcune@gmail.com*

Las técnicas nucleares constituyen herramientas de gran valor para la investigación interdisciplinaria, al aportar cronologías precisas que permiten interpretar procesos ambientales, climáticos y culturales. En este sentido, la geocronología se destaca como una de las aplicaciones pacíficas más relevantes, dado su potencial para situar en el tiempo tanto registros naturales como evidencias materiales generadas por las sociedades humanas.

La presentación comenzará con una introducción general a las aplicaciones geocronológicas de las técnicas nucleares, subrayando su importancia para estudios ambientales y arqueológicos. Posteriormente, se hará énfasis en los desarrollos realizados en el Centro Universitario Regional del Este (CURE, Rocha), donde se han implementado y adaptado diferentes metodologías para responder a problemáticas vinculadas a la reconstrucción paleoambiental y a la datación de materiales culturales. En particular, se discutirán las aplicaciones de la luminiscencia en sus modalidades de luminiscencia térmica (TL) y luminiscencia ópticamente estimulada (OSL). Mientras que la OSL permite estimar la edad de eventos de enterramiento de sedimentos minerales, la TL se aplica al fechado de elementos arqueológicos como cerámicas o ladrillos, en los que el tratamiento térmico inicial reinicia el “reloj” de luminiscencia. De este modo, ambas técnicas se constituyen en herramientas claves para el estudio de la dinámica ambiental, la ocupación humana y la evolución cultural en la región.

Complementariamente, se abordarán las experiencias en geocronología de sedimentos recientes mediante ^{210}Pb , considerando su relación con ^{226}Ra y la validación de los modelos cronológicos a través de ^{137}Cs como marcador estratigráfico independiente. Esta aproximación permite establecer tasas de sedimentación y líneas de base históricas, fundamentales para interpretar procesos de contaminación, cambios en el uso del suelo y variabilidad climática de las últimas décadas.



Espectrometría de masas: una herramienta para asegurar la integridad alimentaria

Natalia Besil¹; María Verónica Cesio²; Horacio Heinzen²

¹Grupo de Análisis de Compuestos Traza (GACT), Departamento de Química del Litoral, Centro Universitario Regional Litoral Norte, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay

²GACT, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
nbesil@fq.edu.uy

La espectrometría de masas (EM) es una técnica analítica que juega un rol fundamental para evaluar la calidad, inocuidad y autenticidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena productiva, contribuyendo a preservar su integridad. Su principio fundamental se basa en la abundancia isotópica de los átomos que forman las moléculas. Esto permite que se establezcan estudios de origen y trazabilidad mediante análisis de relaciones isotópicas estables.

La EM acoplada a técnicas separativas como la cromatografía líquida o gaseosa, permite la identificación y cuantificación de contaminantes orgánicos, adulterantes e incluso productos naturales que hacen a la autenticidad de los alimentos con elevada sensibilidad.

En el marco de la iniciativa Atoms4Foods (IAEA/FAO), la EM es una herramienta clave que colabora para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030. Permite el análisis rápido y preciso de los alimentos contribuyendo a combatir la inseguridad alimentaria, asegurando su calidad e inocuidad, aportando directamente sobre los ODS 2 (Hambre Cero), ODS 3 (Salud y Bienestar) y ODS12 (Producción y consumo responsable).

Las líneas de investigación de nuestro grupo tienen como eje transversal la utilización de la espectrometría de masas. Particularmente, se destaca el aporte durante más de 15 años en el desarrollo, validación y aplicación de metodologías analíticas para la determinación de residuos de pesticidas en diversas matrices alimentarias con el objetivo de proteger la salud de la población, mejorar procesos productivos buscando sostenibilidad de agroecosistemas y colaborar con los organismos regulatorios para el desarrollo de disposiciones legales. Concomitantemente, se trabaja en la determinación de biomarcadores de autenticidad y adulteración de alimentos. De esta manera, la espectrometría de masas se posiciona como una herramienta versátil, e indispensable para responder a los desafíos actuales en relación a la integridad de los alimentos que consumimos. La espectrometría de masas representa una de las múltiples aplicaciones pacíficas de la energía atómica, contribuyendo significativamente al avance del conocimiento científico y tecnológico no solo en el campo de los alimentos sino también en tópicos como la biomedicina, la farmacología y la protección del medio ambiente.



20 años de dosimetría interna ocupacional

Mariella Terán¹; Maia Zeni¹; Maia Mombrú Frutos¹ Juan Carlos Hermida^{2,3}

¹Area Radioquímica, DEC, Facultad de Química- Montevideo-Uruguay

² Centro de Medicina Nuclear e Imagenología Molecular, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina.
Montevideo-Uruguay

³ Autoridad Reguladora Nuclear en Radioprotección laboratorio, MIEM, Uruguay
mterangretter@gmail.com

El Centro de Medicina Nuclear e Imagenología Molecular del Hospital de Clínicas (CMNIM), en conjunto con el Area Radioquímica de la Facultad de Química, estableció en 2004 el Laboratorio de Dosimetría Interna (LDI). Desde entonces, este grupo ha trabajado de forma ininterrumpida en el monitoreo de posibles contaminaciones internas con Yodo-131 en los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE) debido a la manipulación de fuentes abiertas tanto en Montevideo como en la ciudad de Salto. El LDI realiza mediciones tiroideas de forma quincenal determinando la Dosis Efectiva Comprometida E(50) e informando a los TOE y a la Autoridad Reguladora. El protocolo fue desarrollado en el marco del ARCAL RLA/09/049 y sigue las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). La metodología consiste en los siguientes pasos:

- * Calibración del sistema de detección Captus 3000 (Capintec) con detector NaI(Tl) de 2x2" en energía (semanalmente) y eficiencia (anualmente).
- * Determinación de la actividad mínima detectable (AMD).
- * Determinación de la precisión de conteo.
- * Medición del cuello del TOE a 25 cm de distancia del detector, durante 300 segundos, de forma quincenal.

La estimación de la dosis efectiva comprometida E(50) se calcula utilizando el software AIDE 7, considerando la vía de inhalación rápida.

Los límites derivados de registro e investigación fueron establecidos en 1 mSv/año y 5 mSv/año respectivamente. La implementación del programa alcanza a más del 60% de los TOEs involucrados en la manipulación de fuentes abiertas de ¹³¹I en el área de Medicina Nuclear de nuestro país. El método resultó ser robusto y fácil de implementar de manera rutinaria. El LDI participó en tres intercomparaciones regionales promovidas por el OIEA, obteniendo excelentes resultados, lo que confirma la precisión de los protocolos de medición. Los valores de E(50), son reportados en forma trimestral a la Autoridad Reguladora, que mantiene un registro nacional de dosis.