



SOCIEDAD URUGUAYA DE RADIOPROTECCIÓN

PRIMER FORO DE RADIOPROTECCIÓN

Beneficios y Riesgos del uso de las
Radiaciones Ionizantes

10 - 12 de Agosto de 2010

Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental

Ministerio de Industria, Energía y Minería



Laboratorio de Tecnogestión
Dirección Nacional de Energía
y Tecnología Nuclear

M. R. Odino; E. Reina; L. Piuma; A. Gabrielli

Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental

El estudio de la radioactividad natural y la contaminación radioactiva de los territorios es un aspecto importante y necesario para comprender cómo la exposición a las fuentes de radiación puede afectar al medioambiente y a la población.

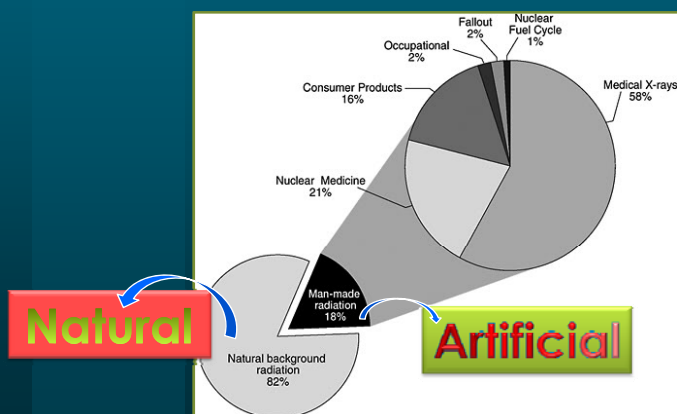
Consideraciones del país

- Uruguay es un país que no posee plantas nucleares ni reactores de investigación.
- Desde hace más de veinte años se analizan por Espectrometría Gamma de Alta Resolución muestras de alimentos (carnes, leches, quesos, granos, suelos y aguas) con la finalidad del control de principalmente por exigencias del comercio exterior.
- En el año 2001 las autoridades de la Dirección Nacional de Tecnología nuclear consideraron la importancia de conocer los niveles de radioactividad (naturales, antropogénicos, fallout) y establecer el "background" del país.
- URU/9/008 OIEA "Establecimiento de un Plan Nacional de Vigilancia Radiológica Ambiental", comenzó a operar en Marzo del año 2003.

Consideraciones del país

- Desde el mes de Marzo del año 2004, está en funcionamiento una Estación de monitoreo, para la determinación de la radiactividad Alfa, Beta y Gamma de las partículas del aire. Además mide la concentración del gas Radón y determina la Tasa de Dosis.
- En el año 2006 el entonces presidente de Uruguay, creó una comisión para estudiar la posible instalación de una facilidad nuclear para producción de energía. Esta comisión sigue los lineamientos y recomendaciones del OIEA.
- Concepto de país: *Uruguay Natural*

Principales fuentes de radiación a la que está expuesto el cuerpo humano



La mayor fuente de radiación proviene naturalmente del medioambiente. Porciones menores tienen su origen en la medicina, en el consumo de productos y en otras fuentes.

Radionúclidos naturales

Primordial nuclides			
Nuclide	Symbol	Half-life	Natural Activity
Uranium 235	^{235}U	7.04×10^8 yr	0.72% of all natural uranium
Uranium 238	^{238}U	4.47×10^9 yr	99.2745% of all natural uranium; 0.5 to 4.7 ppm total uranium in the common rock types
Thorium 232	^{232}Th	1.41×10^{10} yr	1.6 to 20 ppm in the common rock types with a crustal average of 10.7 ppm
Radium 226	^{226}Ra	1.60×10^3 yr	0.42 pCi/g (16 Bq/kg) in limestone and 1.3 pCi/g (48 Bq/kg) in igneous rock
Radon 222	^{222}Rn	3.82 days	Noble Gas; annual average air concentrations range in the US from 0.016 pCi/L (0.6 Bq/m ³) to 0.75 pCi/L (28 Bq/m ³)
Potassium 40	^{40}K	1.28×10^9 yr	soil - 1-30 pCi/g (0.037-1.1 Bq/g)

"Background" Natural

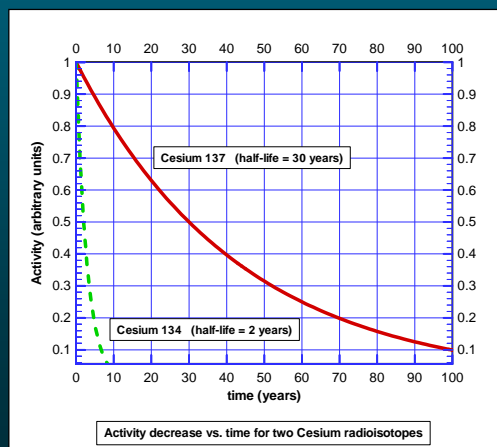
^{40}K , ^{232}Th , ^{235}U , ^{238}U y sus productos de decaimiento

- La principal fuente de radiación externa a la que está expuesto el cuerpo humano es la radiación Gamma emitida por radionúclidos naturales como el ^{40}K , radionúclidos de las series del ^{232}Th , ^{235}U y ^{238}U y sus productos de decaimiento.
- El comportamiento y la distribución de las series de decaimiento de estos radionúclidos en el medioambiente, están basadas en su geoquímica, en sus vidas medias así como en la naturaleza del medioambiente circundante.

Radionúclidos de origen artificial

Human Produced Nuclides			
Nuclide	Symbol	Half-life	Source
Tritium	^3H	12.3 yr	Produced from weapons testing and fission reactors; reprocessing facilities, nuclear weapons manufacturing
Iodine 131	^{131}I	8.04 days	Fission product produced from weapons testing and fission reactors, used in medical treatment of thyroid problems
Iodine 129	^{129}I	1.57×10^7 yr	Fission product produced from weapons testing and fission reactors
Cesium 137	^{137}Cs	30.17 yr	Fission product produced from weapons testing and fission reactors
Strontium 90	^{90}Sr	28.78 yr	Fission product produced from weapons testing and fission reactors
Technetium 99	^{99}Tc	2.11×10^5 yr	Decay product of ^{99}Mo , used in medical diagnosis
Plutonium 239	^{239}Pu	2.41×10^4 yr	Produced by neutron bombardment of ^{238}U ($^{238}\text{U} + \text{n} \rightarrow ^{239}\text{U} \rightarrow ^{239}\text{Np} + \beta \rightarrow ^{239}\text{Pu} + \beta$)

Decaimiento del ^{137}Cs - ^{134}Cs





Muestreo: Frecuencia y distribución geográfica

- **Muestras de suelos:** se toman una vez por año en diferentes departamentos del país
- **Muestras de granos, productos lácteos y cárnicos:** programa de muestreo con el MGAP
- **Material particulado del aire:** Estación de monitoreo – Berthold instalada en el Departamento de Colonia, funciona desde Marzo de 2004.

Laboratorio de Espectrometría Gamma

1

- Detector de Ge hiperpuro coaxial, Ortec
- Cadena electrónica ORTEC
- Tarjeta multi canal Gamma Vision



2

- Detector de Ge modelo GC3020; 2.0 keV FWHM a 1.33MeV y 1.20 keV a 122 keV; coaxial
- Software Genie 2000
- Cadena electrónica Canberra

Experimental

- **Equilibrio Secular:** Luego de alcanzadas las condiciones de equilibrio secular entre el ^{232}Th y el ^{238}U y sus productos de decaimiento, la concentración de actividad del ^{232}Th se determinó a través de las concentraciones promedio del ^{212}Pb (238.63keV), ^{228}Ac (911.07keV).
- La concentración de actividad del ^{238}U (^{226}Ra) se determina a través de las concentraciones promedio de sus productos de decaimiento, el ^{214}Pb (351.92keV) y ^{214}Bi (609.31keV; 1120keV; 1764keV). ^{40}K se mide directamente a través de su línea – 1460.75keV y el ^{137}Cs a través de su línea – 661.66keV.



RADIONUCLIDOS EN SUELOS URUGUAYOS - 2009

Coordinates	Departments	^{40}K (Bq/Kg)	^{226}Ra (Bq/Kg)	^{232}Th (Bq/Kg)	^{137}Cs (Bq/Kg)
32° 26' S 54° 19' W	Cerro Largo	1054.1 ± 100.0	19.3 ± 1.5	75.4 ± 7.0	2.1 ± 0.5
34° 10' S 57° 41' W	Colonia	340.5 ± 30.5	14.1 ± 1.0	19.1 ± 1.5	2.2 ± 0.5
31° 18' S 57° 02' W	Salto	89.5 ± 5.0	7.2 ± 0.5	10.5 ± 1.0	<DL
34° 20' S 56° 43' W	San José	439.5 ± 40.0	23.2 ± 2.0	50.5 ± 5.0	3.2 ± 0.5

RADIONUCLIDOS EN SUELOS de COLONIA

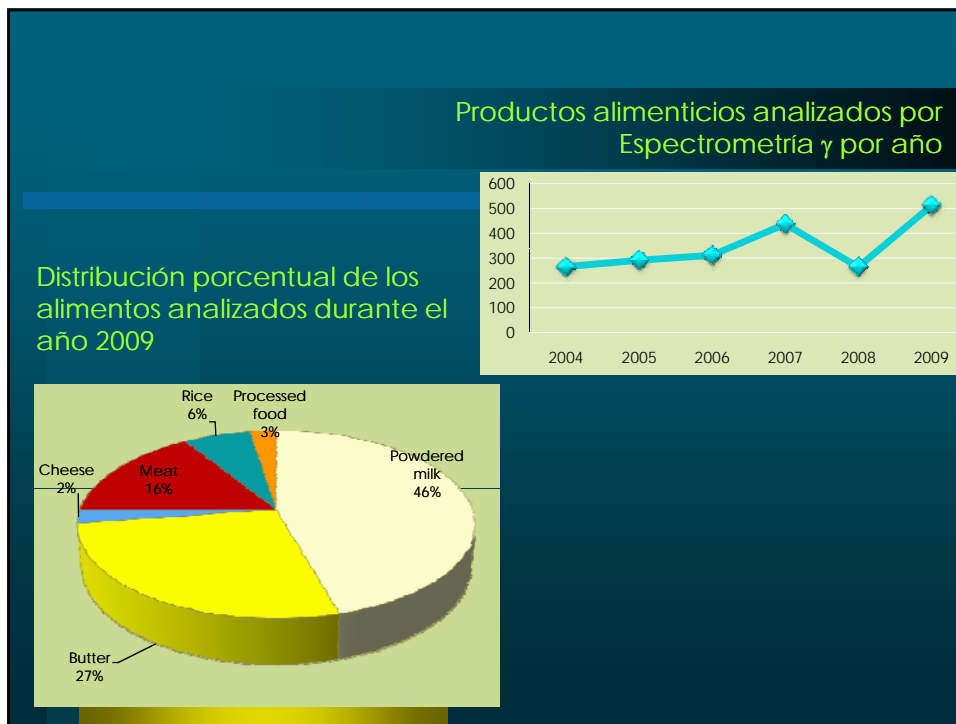
2004 - 2009



Year	^{40}K (Bq/Kg)	^{226}Ra (Bq/Kg)	^{232}Th (Bq/Kg)	^{137}Cs (Bq/Kg)
2004	491.6 ± 45.0	19.2 ± 1.5	8.6 ± 0.5	2.3 ± 0.5
2005	560.0 ± 50.5	21.6 ± 2.0	35.8 ± 30.5	1.8 ± 0.2
2006	495.0 ± 45.0	20.5 ± 2.0	35.0 ± 30.0	1.2 ± 0.2
2007	255.0 ± 20.5	7.7 ± 0.5	9.4 ± 0.5	1.7 ± 0.2
2009	340.5 ± 30.0	14.1 ± 1.0	19.1 ± 1.5	2.2 ± 0.5

Suelos: rangos hallados entre 2004 - 2009

- ^{226}Ra in Bq/Kg: $7.2 \pm 0.5 - 23.2 \pm 2.0$
- ^{40}K in Bq/Kg: $89.5 \pm 5.0 - 1054.1 \pm 100.0$
- ^{232}Th in Bq/Kg: $5.5 \pm 0.5 - 75.4 \pm 5.0$
- ^{137}Cs in Bq/Kg: $< \text{DL} - 3.4 \pm 0.2$



RADIONUCLIDOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS – 2009

Concentraciones de Actividad promedio

FOOD	⁴⁰ K (Bq/Kg)	²²⁶ Ra (Bq/Kg)	²³² Th (Bq/Kg)	¹³⁷ Cs (Bq/Kg)
Milk	465.0±40.0	15±05	1.1±05	<LD
Butter	484±45.5	15±05	07±01	<LD
Cheese	720±5.0	14±05	06±01	<LD
Meat	133.0±10.5	08±01	07±01	<LD
Rice	609±5.5	09±01	07±01	<LD

LD ¹³⁷Cs 0.4Bq/kg

Leche en polvo: Rangos hallados de las muestras analizadas en el año 2009

^{226}Ra in Bq/Kg: < DL – 6.9 ± 0.5

^{40}K in Bq/Kg: 240.0 ± 20.0 – 645.3 ± 60.5

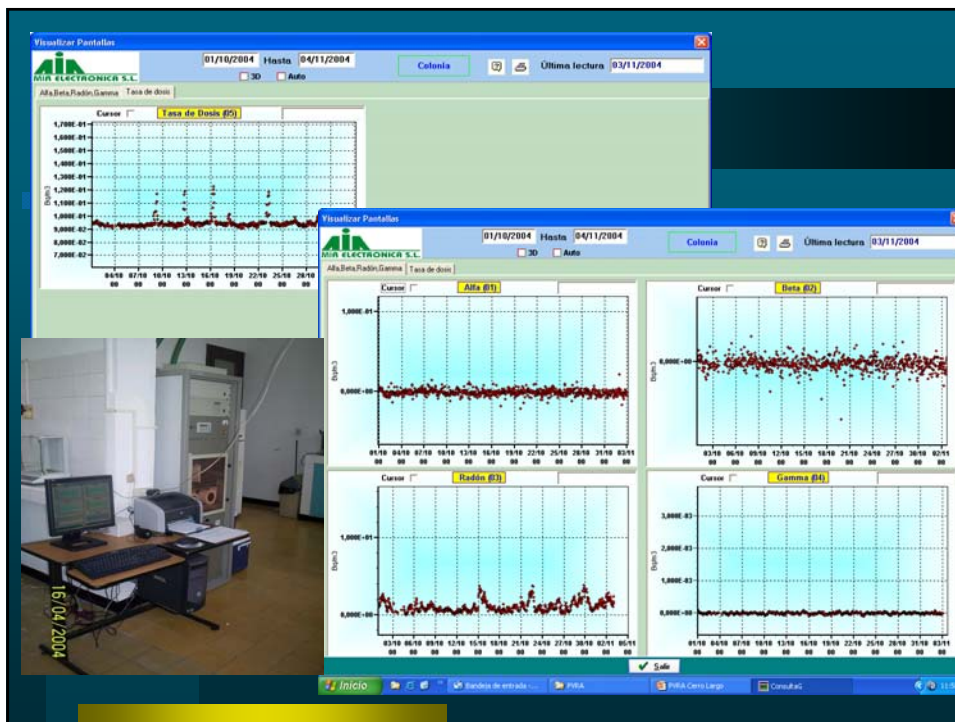
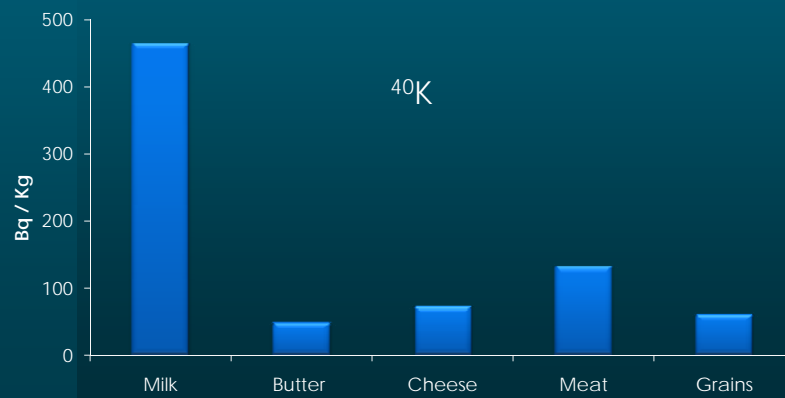
^{232}Th in Bq/Kg: < DL – 2.9 ± 0.2

^{137}Cs in Bq/Kg: < DL

RADIONUCLIDOS EN CARNES - 2009

	Departments	^{40}K (Bq/Kg)	^{226}Ra (Bq/Kg)	^{232}Th (Bq/Kg)	^{137}Cs (Bq/Kg)
32° 26' S 54° 19' W	Cerro Largo	142.6 ± 10.5	0.8 ± 0.1	0.5 ± 0.1	<DL
34° 10' S 57° 41' W	Colonia	134.9 ± 10.0	1.0 ± 0.1	0.6 ± 0.1	<DL
33° 33' S 26° 53' W	Flores	143.3 ± 10.5	0.6 ± 0.1	<DL*	<DL
33° 47' S 55° 49' W	Florida	152.8 ± 15.0	0.9 ± 0.1	0.7 ± 0.1	<DL
33° 55' S 54° 57' W	Lavalleja	162.0 ± 15.5	0.6 ± 0.1	<DL	<DL
32° 03' S 57° 19' W	Paysandú	142.5 ± 10.5	0.7 ± 0.1	<DL	<DL
31° 28' S 55° 15' W	Rivera	140.3 ± 10.0	0.8 ± 0.1	<DL	<DL
32° 47' S 57° 26' W	Río Negro	126.2 ± 10.0	0.7 ± 0.1	<DL	<DL
31° 18' S 57° 02' W	Salto	147.3 ± 10.5	1.5 ± 0.2	0.5 ± 0.1	<DL
33° 31' S 57° 45' W	Soriano	133.9 ± 10.0	0.7 ± 0.1	<DL	<DL
33° 03' S 54° 13' W	Treinta y Tres	162.4 ± 15.0	1.2 ± 0.2	0.7 ± 0.1	<DL

^{40}K en alimentos analizados durante el año 2009



Conclusiones

- Los resultados obtenidos del análisis de productos alimenticios uruguayos muestran la presencia de radionúclidos de origen natural.
- No se evidencia por encima del LD concentraciones de actividad de ^{137}Cs en alimentos nacionales (LD ^{137}Cs = 0.4 Bq/Kg)
- La mayor contribución de la concentración de actividad en los alimentos está dada por el ^{40}K .
- Los resultados obtenidos del análisis de los suelos en distintos departamentos muestran la presencia de radionúclidos de origen natural y en algunos casos concentraciones de actividad pequeñas de ^{137}Cs . Estas concentraciones de actividad de ^{137}Cs podrían atribuirse al "fallout atmosférico".

Futuro

- Ampliar el PVRA:
 - ^3H ; ^{90}Sr ;
 - otras matrices (agua de lluvia);
 - mayor número de muestras
- Instalar una segunda estación de monitoreo automático
- Regulaciones nacionales que consideren los resultados obtenidos en el PVRA nacional
- Cálculo de dosis

