

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

=

INFORME N.º 67

Radiocesio en la Dieta Humana

por

D. Beninson y J. Kramer

=

BUENOS AIRES

1962

RADIOCESIO EN LA DIETA HUMANA

D. Beninson y J. Kramer

INTRODUCCION

Varios radionucleídos presentes en el fall-out se transfieren fácilmente en los distintos eslabones de las cadenas alimenticias y son eventualmente incorporados por el hombre. Entre estos radionucleídos el Cs-137 es uno de los más importantes como fuente interna de radiación, ya que contribuye a la dosis genéticamente significativa recibida por una población.

El monitoreaje de los niveles de Cs-137 en diversos componentes de la dieta humana resulta de interés por varios motivos, entre los cuales pueden citarse:

- a) Permite estimar con facilidad la contaminación promedio en una región. En efecto, el muestreo de alimentos según un plan estadístico que dé el grado de precisión deseado es mucho más practicable que la correspondiente medición directa de niveles en el hombre.
- b) Posibilita el estudio de correlaciones entre los niveles de contaminación y diversos parámetros del fall-out. Así se facilita la predicción de los valores a observarse en el futuro y del riesgo potencial correspondiente. Esto posibilita la evaluación de varios posibles cursos futuros en la experimentación con armas nucleares.
- c) Permite estimar la importancia relativa de diversos alimentos en la incorporación de Cs-137 por el hombre; este conocimiento ayuda a planear medidas de protección para casos eventuales de emergencia.
- d) Contribuye al conocimiento del metabolismo de los elementos del 5º grupo analítico.

En el presente trabajo se intenta estimar la incorporación promedio diaria de Cs-137 por persona durante el año 1961 y la contribución relativa de varios tipos de alimentos. Se estudia, además, la influencia del fall-out reciente sobre los niveles de contaminación de la dieta.

Los resultados se refieren especialmente a la zona del litoral argentino. No obstante, algunas determinaciones no sistemáticas sugieren que las conclusiones pueden ser extendidas a otras regiones del país.

METODOS DE DETERMINACION

a) *Procedimiento experimental*

Las muestras de alimentos, de 1 a 10 kg, según el caso, son calcinadas a 500° C, ayudándose la oxidación con ácido nítrico. Una parte adecuada de las cenizas se comprime a densidad constante, formando un disco de 6 cm de diámetro.

Los discos así obtenidos se miden en un dispositivo blindado con 15 cm de hierro, con un detector de centelleo y un analizador multicanal. La determinación de Cs-137 y potasio (por el K-40) es efectuada por integración de los fotopicos, siendo la suma de anchos de canal en cada caso el 14 % de la energía correspondiente. La desviación standard de los valores de Cs¹³⁷/K, debidos a los contejes y la normalización, osciló entre el 15 y 25 %.

b) *Muestreo*

Las muestras de leche de la zona litoral se obtienen por mezcla ponderada de diversas fracciones estratificadas según la zona de origen y seleccionadas al azar en el tiempo a razón de 16 de cada zona por cuatrimestre. Normalmente se analizan cuatrimestralmente de dos a cuatro de estas muestras compuestas. Por un sistema de muestreo similar e independiente se forman tres muestras anuales. Se considera que los valores obtenidos representan adecuadamente a los niveles de la zona considerada.

El muestreo de otros alimentos, en cambio, es menos sistemático y se efectúa sobre el "punto de consumo". Si bien el número de muestras es elevado y al azar en el tiempo, no se considera que los resultados sean tan representativos como en el caso de la leche, ya que no está garantizada la aleatoriedad en la selección de región de procedencia ni tampoco las muestras son estratificadas.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los resultados de las determinaciones son presentados como actividad de Cs-137 por gramo de K presente, por obtenerse así casi directamente del sistema de medición.

Debe destacarse que el uso de la relación no implica suponer que el Cs y el K se comportan regularmente de una manera similar en los sistemas biológicos, tal como ocurre con el Sr y el Ca. En efecto, existe evidencia experimental que la relación Cs/K varía de una manera no uniforme en la transferencia de estos elementos en las cadenas alimenticias, y que la variación depende de varios parámetros, entre ellos la concentración de potasio (1)(2).

La tabla 1 presenta los niveles promedio en leche por cuatrimestre de 1961 y los valores anuales de 1960 y 1961 obtenidos de las muestras anuales independientes, junto con los errores standard del promedio.

Los resultados muestran que la concentración anual promedio de Cs-137 en leche no ha cambiado en los últimos dos años, siendo de alrededor de $20 \mu\mu\text{C/gK}$. Por el contrario, hay diferencias apreciables entre los valores de los tres cuatrimestres de 1961.

Dado que también el fall-out y la precipitación pluvial cuatrimestral variaron considerablemente durante el año (3), se ha estudiado una posible correlación entre ambos grupos de valores. La correlación entre la contaminación láctea y el depósito de Cs-137 por kilómetro cuadrado en los períodos estudiados no resulta significativa.

En el gráfico 1 las concentraciones en leche están representadas en función de la actividad promedio de Cs-137 por litro de lluvia, calculada a partir de la actividad de Cs-137 depositada y la precipitación pluvial del período correspondiente (3). En este cálculo se atribuye al arrastre por la lluvia el total del fall-out, lo que hace que los valores puedan estar sujetos a considerable error; no obstante, existe evidencia que en la zona considerada el depósito por la lluvia es por lo menos fuertemente dominante (4).

El gráfico 1 sugiere que la contaminación de la leche por Cs-137 depende esencialmente de la concentración de este radionucleído en la lluvia, lo que sería explicable porque la vegetación incorpora una cantidad relativamente constante de agua. La línea de regresión (calculada suponiendo una función lineal) pasa por el origen, lo que implicaría que el depósito acumulado de Cs-137 en la tierra no constituye en el presente una fuente significativa de contaminación de las cadenas alimenticias. Esto es consistente con diversa evidencia experimental de que el Cs-137 fijado en la tierra es transferido en forma pobre o despreciable a la vegetación (5)(6)(7)(8). Mediciones efectuadas con suelos de la región litoral argentina muestran que por gramo de planta sólo se incorpora una fracción muy pequeña (de 1 a 2 %) del Cs-137 fijado por gramo de tierra(9).

La tabla 2 muestra las concentraciones anuales promedio de Cs-137 en otros alimentos para el año 1961. Siendo el muestreo en este caso menos sistemático, no se ha intentado extraer ninguna información de los resultados parciales del año.

El trigo y la harina del mismo constituyen casi la totalidad del componente de cereales de la dieta. Los resultados obtenidos no muestran ninguna diferencia entre el nivel de Cs-137 de la harina y del trigo total, siendo el valor algo inferior al de la leche (alre-

dedor del 70 %). El nivel de Cs-137 en la carne, en cambio, resultó prácticamente igual al de la leche (alrededor de $20 \mu\mu\text{C/gK}$).

En la fruta la concentración es la mitad de la existente en los alimentos de origen animal, y en los vegetales, aún menor (15 %). Las muestras en cuestión son representativas en su composición de los distintos vegetales y frutas consumidos (10). Las determinaciones en muestras de papa dieron siempre contajes de diferencia no significativa con el fondo.

INCORPORACION DIARIA PROMEDIO DE Cs-137

Como la relación Cs^{137}/K no ha demostrado hasta ahora tener significación biológica para predecir la contaminación humana, resulta de importancia estimar la actividad total de Cs-137 incorporado por el hombre. En los cálculos siguientes se ha supuesto que las diferencias regionales del tipo de alimentación en la República Argentina son pequeñas si se toma en cuenta grandes masas de población.

Con la suposición anterior pueden estimarse las cantidades diarias promedio ingeridas de diversos alimentos a partir de las *Hojas de balance de alimentos* (10). Estos datos, junto con la concentración promedio de potasio de dichos alimentos (11) y los valores de las tablas 1 y 2, permiten calcular la contribución de cada tipo de componente de la dieta a la incorporación diaria de potasio y de Cs-137 (tabla 3).

La incorporación diaria promedio de Cs-137 y potasio resulta ser alrededor de $40 \mu\mu\text{C}$ y $3,4 \text{ g}$, respectivamente, siendo, por lo tanto, el nivel promedio en dieta total $12 \mu\mu\text{C/gK}$. Puede verse en la tabla 3 que los alimentos de origen animal (carne y hueso) contribuyen con casi el 80 % del Cs-137 incorporado por el hombre.

La interpretación de cualquier comparación de los valores absolutos obtenidos con aquellos de otras regiones está dificultada por las diferencias en el fall-out, en el tipo y cantidad de lluvia, en las características de la vegetación, etc. Resulta, no obstante, de interés, comparar los niveles relativos entre los diversos alimentos y la importancia de cada uno de ellos en el total de Cs-137 incorporado.

Los cocientes entre los niveles de diversos alimentos y el de la leche resultan similares a los que se obtienen con datos de los Estados Unidos de 1956 y 1957 (12), aunque el marcado consumo de carne y menor uso de leche en la dieta argentina invierten la importancia de la contribución de estos dos tipos de alimentos. Puede entonces suponerse que el nivel de Cs^{137}/K en la dieta total varía linealmente con el de la leche. Esto implicaría que la incorporación anual de Cs-137 en la Argentina ha permanecido relativamente constante durante los dos últimos años.

CONCLUSIONES

La concentración promedio de Cs-137 proveniente del fall-out en la dieta argentina fue de $12 \mu\mu\text{c/gK}$ durante 1961, lo que implica una incorporación diaria promedio de $40 \mu\mu\text{c}$.

Los alimentos de origen animal (carne, leche y derivados) contribuyen aproximadamente con el 80 % del Cs-137 ingerido.

La concentración de Cs-137 en leche, promediada sobre algunos meses, parece reflejar el fall-out en curso y no depender del depósito acumulado de Cs-137 en el suelo. Algunos resultados presentados en este trabajo sugieren que dicha contaminación láctea es proporcional a la concentración promedio de Cs-137 en el agua de lluvia de los períodos considerados.

El nivel anual promedio de Cs-137 en la leche no ha cambiado en los dos últimos años (unos $20 \mu\mu\text{c/gK}$); algunas consideraciones sobre la relación entre los niveles de contaminación de los diversos alimentos apoyan la suposición que la incorporación anual de radiocesio tampoco varió en el mismo período.

REFERENCIAS

1. Middleton, L.; Handley, R.; Overstreet, R.: *Plant Physiology*, 35, 913 (1960).
2. Wasserman, R.; Comar, C.: *Radiation Research*, 15, 70 (1961).
3. Beninson, D.; Dhers, A.; Ramos, E.; Noto, M.: *Fall-out en la República Argentina durante 1961*, informe CNEA (en publicación).
4. Beninson, D.; Kramer, J.; Mariano, E.; Ramos, E.: *Contaminación por radioestroncio durante el año 1960*, CNEA, 50 (1961).
5. Nishita, H., y col.: *Soil Science*, 81, 313 (1956).
6. Anderson, E., y col.: *Science*, 125, 1273 (1957).
7. Russell, R. S.: *The passage of fission products through food chains. Radioisotopes in the biosphere*, U. Minnesota (1960).
8. Fredriksson, L.; Eriksson, B.; Rasmussen, B.; Gahne, B.; Edvarson, K.; Löw, K.: *Plant uptake of Sr-90 and Cs-137 from soils, 2nd Geneva Conf.*, 18, 449 (1958).
9. Beninson, D.; Migliori, A.; Mugliaroli, H.: *Behavior of fission products in soil*, Progress report to IAEA (1961).
10. Instituto Nacional de la Nutrición: *Hojas de balance de alimentos* (1958).
11. Instituto Nacional de la Nutrición: *Contenido de calcio y potasio de los alimentos de la República Argentina* (1957).
12. Laugham, W.; Anderson, E.: *Health Physics*, 2, 30 (1959).

TABLA 1

<i>Periodo</i>	<i>Nivel promedio en leche ($\mu\mu\text{c/gK}$)</i>
Año 1960	19 \pm 5
Año 1961	20 \pm 3
Primer cuatrimestre 1961	9 \pm 2
Segundo cuatrimestre 1961	17 \pm 3
Tercer cuatrimestre 1961	25 \pm 3

TABLA 2

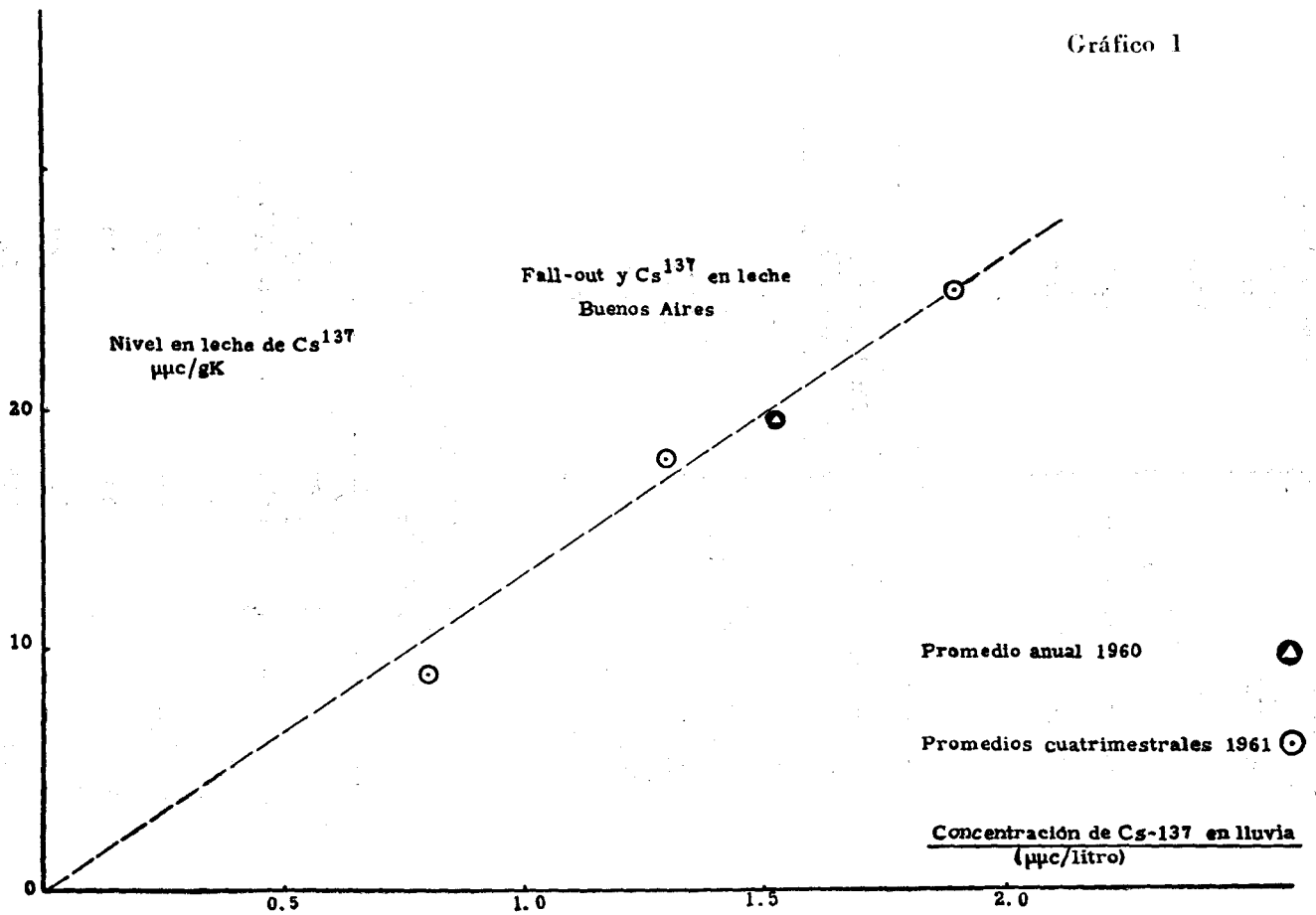
<i>Tipo de alimento</i>	<i>Nivel promedio 1961 ($\mu\mu\text{c/gK}$)</i>
Carne	21 \pm 4
Vegetales (excluida papa)	3 \pm 1
Cereales	14 \pm 4
Fruta	10 \pm 3
Papa	0

TABLA 3

*Incorporación diaria de potasio y cesio-137
1961*

	<i>A Potasio (g/día)</i>	<i>B Cesio-137 ($\mu\mu\text{c/gK}$)</i>
Leche	0,58	11,6
Vegetales	0,38	1,1
Papa	0,85	0,0
Fruta	0,29	2,9
Carne	0,96	20,2
Cereales	0,33	4,6

Gráfico 1



*Impreso en C.N.E.A. en el
mes de Febrero de 1962*

