



CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/2/2001

**VIGILANCIA RADIOLOGICA EN LA ZONA DE PALOMARES
INFORME AL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR**

(Segundo semestre del año 2000)

Mayo 2001

INDICE

1. VIGILANCIA DE PERSONAS	1
1.1 CAMPAÑA DE CONTROL POR BIOELIMINACIÓN	1
1.2 RESULTADOS DOSIMÉTRICOS	1
1.3. VIGILANCIA MEDICA	2
1.3.1 Vigilancia médica	2
2. VIGILANCIA DEL MEDIO AMBIENTE	3
2.1 SUELOS	3
2.1.1. Muestreo	3
2.1.2. Determinaciones de Pu-239+240	3
2. 1. 3 Determinaciones de Am-241	10
2.2 AIRE	10
2. 2. 1 Muestreo	10
2. 2. 2 Determinación de Pu 239+240	11
2.3 VEGETACIÓN	13
2. 3. 1 Muestreo	13
2. 3. 2 Determinación de Pu-239+240	13
2. 3. 2 Determinación de Americio	15
2.4.- LECHE	20
2.5 PLUVIOMETRIA	21

VIGILANCIA RADIOLOGICA EN LA ZONA DE PALOMARES

PERIODO: segundo semestre del año 2000

La vigilancia radiológica en la zona de Palomares se ha desarrollado durante el segundo semestre de 2000 de acuerdo con la planificación establecida en el informe (1). Las actividades realizadas han sido las siguientes:

1. VIGILANCIA DE PERSONAS

1.1 CAMPAÑA DE CONTROL POR BIOELIMINACIÓN

Se ha realizado en este segundo semestre la segunda parte de la campaña de 2000. Esta segunda campaña comenzó el 18 de Septiembre de 2000 y finalizó el 20 de Noviembre de dicho año incluyendo un total de 80 personas distribuidas en los siguientes grupos de prioridad, previamente definidos y establecidos (1):

Grupo prioridad 1:	10	personas
Grupo prioridad 2:	6	“
Grupo prioridad 3:	36	“
Acompañantes:	28	“

De las personas controladas en el segundo semestre de 2000, 5 han sido controladas por primera vez (4 niños, y 1 niña).

1.2 RESULTADOS DOSIMÉTRICOS

Durante este segundo semestre se ha completado la totalidad de los análisis radioquímicos y las medidas de $\text{Pu}^{239+240}$ en orina de 24 horas (por espectrometría alfa) de las 150 muestras tomadas durante 2000. Asimismo se han realizado los análisis radioquímicos y medidas de Am^{241} en orina de 24 horas de 20 de las 80 personas correspondientes a la segunda campaña 2000.

En relación al $\text{Pu}^{239+240}$ de las 150 muestras analizadas, dos de ellas se estropearon durante el proceso de análisis, por lo que solo ha podido obtenerse resultados de 148. De estas, 147 han dado valores de concentración de $\text{Pu}^{239+240}$ en orina de 24 horas inferiores al AMD de nuestro método analítico (0,37 mBq/orina de 24 horas), estando una de ellas muy próxima al

límite de detección (0,33 mBq). Una sola muestra de orina ha dado una actividad de Pu de $1,12 \pm 0,20$ mBq/orina de 24 horas; esta muestra, ya fue informada en el informe correspondiente al 1º semestre 2000 (2) corresponde a una mujer de 54 años que ya había sido reconocida con anterioridad en 12 ocasiones, tres de ellas con resultados positivos, todos ellos con valores muy próximos, y con una dosis efectiva comprometida en 50 años estimada en de 53 mSv, bajo el supuesto de inhalación de polvo contaminado.

Con relación a las determinaciones de Am²⁴¹ todas las medidas correspondientes al año 2000 presentan valores inferiores al AMD (0,37mBq/orina de 24 horas).

El porcentaje de determinaciones con resultado positivo en Pu²³⁹⁺²⁴⁰ , 1 de 148 (067%) no supera el porcentaje de resultados positivos correspondiente al periodo 1967-99 que es de 4,18% (142 casos de 3398).

La distribución por rangos de estos resultados en este periodo corresponde a una función logarítmico normal y obviamente la distribución de las dosis también.

Considerando la mediana de la distribución como el parámetro representativo del valor más frecuente de la dosis efectiva comprometida 50 años del grupo de personas con dosis calculadas (55), se obtiene un valor menor que 2 mSv/año. Por tanto los resultados especificados en el presente informe, además de previsibles, no modifican conclusiones obtenidas o reflejadas con anterioridad.

1.3. VIGILANCIA MEDICA

1.3.1 Vigilancia médica.

Con motivo de la segunda fase del Programa de Vigilancia Radiológica en la zona de Palomares para 2000, se ha reconocido médicamente a 80 personas.

En los exámenes médicos efectuados, siguiendo las directrices marcadas por la Guía de Seguridad nº 7.4 (Rev.1 y Rev. 2) (3), y de acuerdo a lo establecido (4), no se ha detectado patología alguna que pueda ser directamente atribuible a la incorporación de elementos transuránicos provenientes de la contaminación residual de la zona.

Tras la realización de las diferentes exploraciones médicas podemos concluir que los hallazgos observados se corresponden con los que rutinariamente encontramos en los reconocimientos periódicos preventivos de trabajadores, tanto expuestos como no expuestos a las radiaciones ionizantes, no existiendo, a nuestro juicio, ningún dato que nos haga sospechar una morbilidad específicamente inducida por agentes radiactivos.

Toda la información médica derivada de los exámenes de salud efectuados se encuentra archivada en los expedientes medicos individuales, mantenidos y custodiados por el Servicio Medico Especializado del C.I.E.M.A.T. y ha sido puntualmente comunicada a los interesados mediante la emisión del correspondiente Informe.

2. VIGILANCIA DEL MEDIO AMBIENTE

2.1 SUELOS

2.1.1. Muestreo

Durante el segundo semestre de 2000, se ha realizado un muestreo de suelo en profundidad en el area 2. Este muestreo ha consistido en la realización de 9 sondeos de percusión, representativos de una superficie aproximada de 4500 m² utilizando tubos de plastico de 50cm de largo y 9 cm de ancho, recuperandose el material edáfico dentro del tubo de plastico de forma que permanezca inalterado al sellar los extremos superior e inferior del tubo.

Los sondeos se numeraron del 10 al 18 debido a la existencia de otros nueve previos en la misma zona. En la tabla 1 se detallan las profundidades y coordenadas UTM de los sondeos realizados:

Tabla n° 1 situación de sondeos en zona 2-O

SONDEO	PROFUNDIDAD (metros)	COORDENADAS UTM
10	3.5	605337 , 4122583
11	3	605320 , 4122582
12	3	605326 , 4122576
13	3	605313 , 4122580
14	3	605303.4122587
15	3	605280 , 4122556
16	3	605297 , 4122559
17	3	605306.4122562
18	3.5	605300 , 4122588

2.1.2. Determinaciones de Pu-239+240

En el presente semestre se ha realizado un importante esfuerzo en la finalización de los análisis radioquímicos en muestras superficiales de suelo de la zona 3, recogidas durante 1999, con el fin de poder determinar el estado de la contaminación en esta area. El n° total de muestras

recogidas en dicho muestreo es de 122. Los resultados de 33 de ellas ya se infonnaron en (2). El nº total de muestras analizadas en este semestre son las siguientes:

- Análisis y medida de 89 muestras de suelo superficial (2 primeros cms) pertenecientes a un muestreo realizado en Junio de 1999 en el area 3 siguiendo una reticula regular cuadrada a lo largo de la pluma de contaminación original dirección SO-NE, este muestreo, paralelo al realizado en 1998, al que complementa, tiene como fin la caracterización de la contaminación actual en este área.

Los resultados obtenidos de las 122 muestras se presentan en la tabla 2

Tabla nº2. Concentración de Pu^{239 + 240} en suelo zona 3

Muestra	Actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ (Bq/K)	Año de muestreo
1	60,33 ± 6,37	1999
2	8,13 ± 0,93	"
3	3,14 ± 0,42	"
4	27,10 ± 2,94	"
5	264,93 ± 28,93	"
6	21,81 ± 2,36	"
7	71,04 ± 7,52	"
8	27,61 ± 2,97	"
9	761,31 ± 79,82	"
10	34,66 ± 3,79	"
11	8,15 ± 0,98	"
12	4,25 ± 1,06	"
13	15,90 ± 1,91	"
14	208,81 ± 23,13	"
15	3,11 ± 0,46	"
16	2,10 ± 0,33	"
17	12,55 ± 1,54	"
18	87,40 ± 10,19	"
19	2,99 ± 0,44	"

Tabla n°2. Concentración de Pu²³⁹ + ²⁴⁰ en suelo zona 3 (continuación)

Muestra	Actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ (Bq/K)	Año de muestreo
20	13,00 ± 1,76	1999
21	0,39 ± 0,14	"
22	0,79 ± 0,16	"
23	0,49 ± 0,12	"
24	0,46 ± 0,11	"
25	9,94 ± 1,60	"
26	14,56 ± 1,68	"
27	0,47 ± 0,20	"
28	1,27 ± 0,20	"
29	4,09 ± 0,54	"
30	22,48 ± 2,95	"
31	4,25 ± 0,57	"
32	8,68 ± 1,09	"
3	3 1,70 ± 0,26	"
34	16,20 ± 1,83	"
35	12,11 ± 1,56	"
36	4,05 ± 1,03	"
37	36,85 ± 3,97	"
38	5,44 ± 0,67	"
39	28,99 ± 4,18	"
40	56,18 ± 8,63	"
41	9989,4 ± 1043,1	"
42	4,66 ± 0,68	"
43	4,90 ± 0,71	"
44	8,97 ± 1,13	"

Tabla n°2. Concentración de Pu^{239 + 240} en sue10 zona 3 (continuación)

Muestra	Actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ (Bq/K)	Año de muestreo
45	15,18 ± 2,26	1999
46	13,53 ± 1,63	"
47	31.04 ± 3.48	"
48	6,50 ± 0,90	"
49	7,73 ± 0,88	"
50	10,02 ± 1,16	"
51	21,16 ± 2,26	"
52	4,31 ± 0,51	"
53	6,01 ± 0,74	"
54	17.57 ± 1.98	"
55	2,12 ± 0,28	"
56	13,97 ± 1,97	"
57	≤ 0,54	"
58	14.82 ± 2.01	"
59	39,02 ± 4,55	"
60	23,86 ± 3,04	"
61	7,22 ± 1,17	"
62	5.64 ± 0.76	"
63	7,15 ± 1,16	"
64	39,84 ± 4,53	"
65	14.23 ± 1.66	"
66	2,48 ± 0,38	"
67	9,21 ± 1,10	"
68	45,27 ± 4,98	"
69	20,31 ± 3,54	"

Tabla n°2. Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en suelo zona 3 (c3 (continuación))

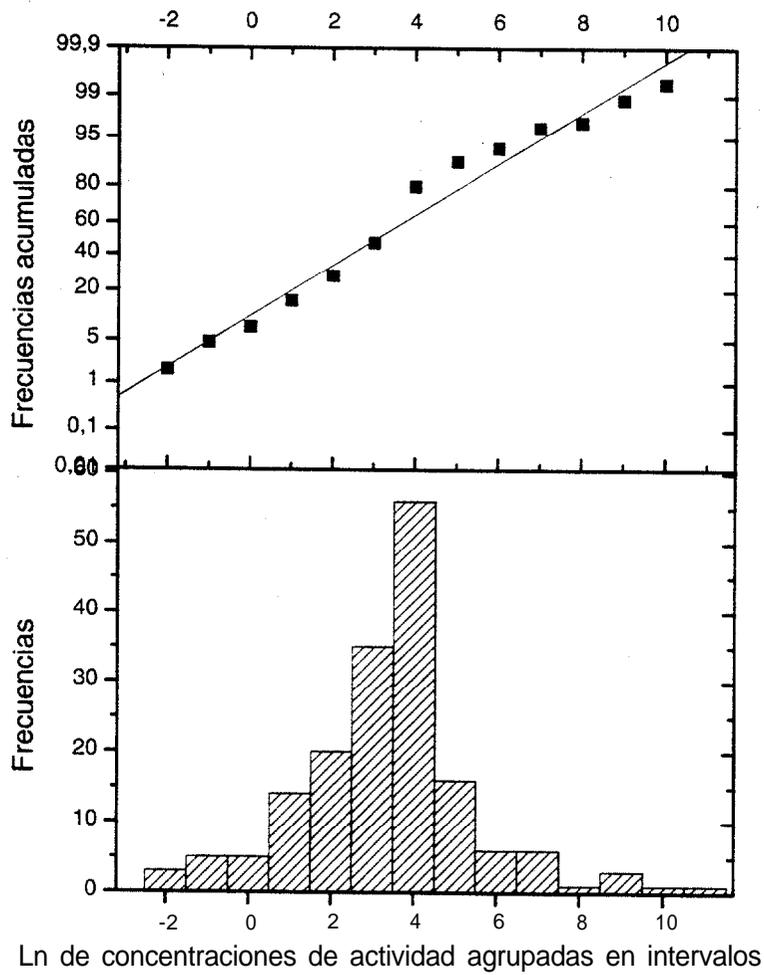
Muestra	Actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ (Bq/K)	Año de muestreo
70	0,95 ± 0,21	1999
71	24,22 ± 2,79	
72	2,28 ± 0,33	"
73	6,24 ± 0,82	"
74	8,20 ± 1,05	"
75	26,65 ± 3,33	"
76	45,31 ± 4,86	"
77	64,11 ± 6,87	
78	134.07 ± 14.25	
79	1154,60 ± 120,94	"
80	329,00 ± 34,47	"
81	293,64 ± 30,89	"
82	42.91 ± 4.71	"
83	222,04 ± 23,44	"
84	160,93 ± 17,06	"
85	170,85 ± 18,07	"
86	692.52 ± 72.65	"
87	708,26 ± 74,27	"
88	5,85 ± 0,90	"
89	13,43 ± 1,67	"
90	7,37 ± 0,89	"
91	15,06 ± 1,69	"
92	20,91 ± 2,32	"
93	39.87 ± 4.27	"
94	75,18 ± 7,97	"

Tabla n°2. Concentración de Pu ²³⁹ + ²⁴⁰ en suelo zona 3 (continuación)

Muestra	Actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ (Bq/K)	Año de muestreo
95	0,92 ± 0,24	1999
96	10.65	"
97	46,23 ± 5,18	"
98	56,99 ± 6,47	"
99	46.10 ± 6.46	
100	29,10 ± 3,45	"
101	10,37	"
I 102	29.93 ± 3.48	"
103	2,06 ± 0,51	
104	2,90 ± 0,46	"
105	1,03 ± 0,19	"
106	2.26 ± 0.33	"
107	6,06 ± 0,77	"
108	3,30 ± 0,47	"
109	3,44 ± 0,46	"
110	≤ 0,65	"
111	2,42 ± 0,49	"
112	≤ 0,50	"
113	0,91 ± 0,22	"
114	≤ 0,27	"
115	0,58 ± 0,25	"
116	0,45 ± 0,26	"
117	0.96 ± 0.23	"
118	3,32 ± 0,48	"
119	≤ 0,21	"

Tabla n°2. Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en sue10 zona 3 (continuación)

Muestra	Actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ (Bq/K)	Año de muestreo
120	4,68 ± 0,81	1999
121	14,93 ± 1,73	"
122	1,30 ± 0,32	"



La evaluación del estado de la contaminación de plutonio en el suelo de la zona 3 se ha realizado utilizando los datos obtenidos de las campañas de 1998 y 1999. En las mismas se ha muestreado de forma sistemática la línea de máxima contaminación inicial (pluma) ocurrida en 1966. Esto ha supuesto un total de 173. datos. Las conclusiones sobre los valores de contaminación son las siguientes:

- Los valores medidos de actividad de plutonio, siguen una ley log normal, cuyo valor medio es de $405,92 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ la desviación típica es de $8.179 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$
- La recta tiene un coeficiente de correlación del 99%
- Los valores más altos, han sido medidos cerca del punto de impacto, en terrenos de terraplén próximos a una carretera local, y zonas de difícil acceso.
- La mediana que representa el valor cuya frecuencia acumulada es del 50%, es $20,08 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$
- El intervalo de mayor frecuencia, está comprendido entre los valores 33 y $90 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$

En la siguiente figura se muestra la recta de correlación log-normal y el histograma de frecuencias

2. 1.3 Determinaciones de Am-241

Se han iniciado las determinaciones de Am^{241} , mediante medidas directas de espectrometría gamma de baja energía, en las 122 muestras de suelo superficial tomadas durante 1999 en el área 3, dado que hasta la fecha solo se dispone de 20 resultados, no se incluyen en este informe. El total de las medidas se incluirán en el próximo informe.

2.2 AIRE

2.2. 1 Muestreo

El muestreo continuo de aire, en las estaciones habituales, ha sufrido las siguientes incidencias durante el 2º semestre de 2000,:

- Estaciones 2-1 y 2-2; se ha realizado el muestreo continuo con cambio semanal del elemento filtrante. El nº total de filtros recogidos en cada estación en este semestre es de 26.
- Estación P; Esta estación ha permanecido parada desde el 28 de Julio hasta el 18 de Agosto y desde el 1 al 15 de Septiembre. En ambos casos las paradas se han

producido por problemas eléctricos. El nº total de filtros recogidos en este semestre en esta estacion es de 2 1.

2.2.2 Determinación de Pu 239+240

Se han realizado las determinaciones radioquímicas de plutonio en los filtros de aire de la estacion 2-2 de Noviembre y Diciembre de 1999. Los datos completos de dicho año de esta estacion se muestran en la siguiente tabla.

Tabla nº 3.- Concentración de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en aire.

PERIODO DE MUESTREO	Estación 2-2 µBq/m³
8-1 al 29-1-99	2,6 ± 0,6
29-1 al 26 -2-99.	0,59 ± 0,15
36-2 al 1 3-4-99	1,7 ± 0,4
3-4 al 30-4-99.	2,4 ± 0,6
30-4 al 4-6-99	0,7 ± 0,2
4-6 al 2-7-99	10,8 ± 2,5
2-7 al 30-7-99	19,5 ± 3,5
30-7 al 3-9-99	9,1 ± 2,1
3-9 al 1-lo-99	9,3 ± 2,1
1-10 al 29-10-99	2,1 ± 0,5
29-10 al 3-12-99.	0.5 ± 0.1
3-12 al 31-12-99	1.5 ± 0.3

El valor medio de actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en la estacion 2-2 durante 1999 ha sido de 5,6 µ Bq/ m³. La desviación es de 5,9 µ Bq/ m³ Los valores máximos y mínimos son de 19,5 y 0,5 µ Bq/ m³ respectivamente, y han sido medidos en los meses de Julio y Noviembre.

En la estacion 2-O se han analizado los filtros correspondientes al periodo comprendido entre el 26 de Febrero y el 3 de Diciembre de 1999. Los datos correspondientes a dicho año se muestran en la tabla siguiente.

Tabla n° 4.- Concentración de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en aire.

PERIODO DE MUESTREO	Estación 2-0 μBq/m³
8-01 al 29-01-99	1.9 ± 0.4
29-01 al 19-02-99	3.1 ± 0.7
26-02. al 3-04-99.	1.0 ± 0.2
3-04 al 3-05-99	13.0 ± 3.0
3-05 al 4-06-99	2.4 ± 0.5
4-06 al 2-07-99	2.5 ± 0.6
2-07 al 23-07-99	5.4 ± 1.2
30-07 al 23-08-99	24.3 ± 5.6
27-09 al 1-10-99	8.3 ± 1.9
1-10 al 3-12-99	2.3 ± 0.5

El valor medio de actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en la estación 2-O , ha sido de 6,42 μ Bq/ m³. La desviación es de 7,27 μ Bq/ m³ Los valores máximos y mínimos son de 24,3 y 1,0 μ Bq/ m³ respectivamente, y han sido medidos en los meses de Agosto y Marzo.

En la estación P se ha analizado un filtro de aire correspondientes al periodo comprendido entre el 8 y el 29 de Enero de 1999, la actividad medida ha sido de 0,43 ± 0,1 μ Bq/ m³

Todos los valores de concentración de plutonio medidos en aire durante el periodo informado se encuentran dentro del rango de valores medidos en los últimos años.

Los valores máximos en las estaciones 2-O y 2-2, de 24,3 y 19,5 μ Bq/ m³ respectivamente son superiores al valor medio anual respectivo mas dos veces la desviación típica correspondiente. Estadísticamente tendría el significado de que ambos están por encima de los valores esperables por la resuspension normal de la zona, por lo que podri'an imputarse a resuspension adicional por actividades antropogenicas.

2.3 VEGETACIÓN

2.3. 1 Muestreo.

De acuerdo con las previsiones establecidas en el informe (1), las muestras de vegetación y productos cultivados que se han recogido durante este primer semestre de 2000 son las siguientes:

- 2 muestras de coliflor en zona 2-2 y 3
- 2 muestras de tomates en zona 2-2 y 5-3B
- 1 muestra de olivo en zona 2-2
- 1 muestra de col en zona 2-2
- 1 muestra de acelga en zona 3
- 1 muestra de pimientos en zona 3
- 1 muestra de habas en zona 2-2
- 1 muestra de agave en zona 2-2

2.3.2 Determinación de Pu-239+240

Se han realizado las determinaciones de plutonio en las siguientes muestras de vegetales del año 2000.

Las muestras analizadas son:

- Tomates.....3 muestras
- Sandias.....2 muestras
- Coliflor2 muestras
- Lechuga..... muestras
- Nopal..... muestra
- Higuera..... muestras
- Pimientos1 muestra

Las muestras se dividen en distintas partes por lo que han supuesto un total de 30 análisis. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 5.

Tabla n° 5.- Concentración de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en vegetales

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/Kg
2-0	2000	SANDIA	Meso + endocarpio	$(16,6 \pm 3,6) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio	$0,70 \pm 0,11$
"	"	"	Meso + endocarpio Muestra lavada	$0,16 \pm 0,03$
"	"	"	Epicarpio lavado	$0,55 \pm 0,08$
2-2	"	LECHUGA	Hojas lavadas	$(56,57 \pm 10,18) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	"	$(60,32 \pm 9,65) \cdot 10^{-3}$
"	"	COLIFLOR	Flor lavada	$(6,37 \pm 2,11) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Hojas lavadas	$(35,77 \pm 6,79) \cdot 10^{-3}$
"	"	HIGUERA	Hojas	$(136,4 \pm 24,55) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Ramas	$(60,00 \pm 13,20) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Hojas	$(155,43 \pm 34,19) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Ramas	$(430,02 \pm 81,70) \cdot 10^{-3}$
3	"	TOMATE	Fruto	$\leq 2,02 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 3,27 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Planta	$(38,97 \pm 10,11) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Fruto	$\leq 2,33 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 2,47 \cdot 10^{-3}$

Tabla nº 5.- Concentración de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en vegetales (continuación)

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/Kg
3	2000	TOMATE	Planta	$(117,00 \pm 25,56) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Fruto	$\leq 1,61 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 2,02 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Planta	$(43,62 \pm 7,85) \cdot 10^{-3}$
"	"	LECHUGA	Hojas lavadas	$(6,72 \pm 1,47) \cdot 10^{-3}$
"	"	COLIFLOR	Flor	$\leq 2,30 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Hojas	$(17,46 \pm 4,01) \cdot 10^{-3}$
"	"	NOPAL	Pala	$(47,74 \pm 10,50) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Higo	$(33,50 \pm 6,21) \cdot 10^{-3}$
5	"	PIMENTO	Fruto	$(7,95 \pm 1,47) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1,16 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Planta	$(54,12 \pm 13,77) \cdot 10^{-3}$

De las muestras anaiizadas, sólo los frutos de tomates (procedentes de invemaderos), los pimientos lavados y una muestra de coliflor de la zona 3 han dado valores de concentración de actividad de plutonio inferiores al LID del método radioquímico. Los valores superiores al LID, se encuentran en un rango entre 7 y 700 mBq/K de muestra fresca. Los valores más altos se han encontrado en la zona 2-0, donde el único cultivo existente fueron sandías, mostrando resultados de actividad más elevados las partes externas que las internas.

2.3.2 Determinación de Americio por medida directa

Durante este semestre se han realizado determinaciones de Am ²⁴¹ por medidas directas de espectrometría gamma de baja energía, de las siguientes 42 muestras de vegetales procedentes de la campaña de 1998:

- 9 Muestras de tomates 4 de ellos de invemadero
- 3 Muestras de olivo

- 2 Muestras de patatas
- 4 Muestras de lechugas
- 2 Muestra de berenjena
- 6 Muestra de pimientos
- 1 Muestra de hinojo
- 2 Muestras de brócoli
- 2 Muestras de calabacín
- 5 Muestras de coliflor
- 1 Muestra de pepino
- 1 Muestra de acelga
- 2 Muestras de naranjas
- 1 Muestra de ortiga
- 1 Muestra de repollo

Dado que las muestras se dividen en diversas partes, el número total de determinaciones realizadas ha sido de 98. Los resultados se muestran en la Tabla 6 especificando el area de cultivo.

Tabla nº 6.- Concentración de Am²⁴¹ en vegetales

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
2-2	1998	OLIVO	Aceituna lavada	$57.7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.5 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Ramas de 1 aiiio	$(2,00 \pm 0,04) \cdot 10^{-2}$	$(8.3 \pm 1.7) \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Ramas gruesas	$\leq 3.2 \cdot 10^{-2}$	$\leq 6.3 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Aceituna lavada	$\leq 7.7 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1.2 \cdot 10^{-2}$

Tabla n° 6.- Concentración de Am²⁴¹ en vegetales (continuación)

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
2-2	1998	OLIVO	Ramas de 1 año	$\leq 1.1 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2.3 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Ramas gruesas	$\leq 1.1 \cdot 10^{-2}$	$\leq 3.9 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Aceituna	$\leq 2.1 \cdot 10^{-2}$	$\leq 3,5 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Hojas olivo	$(1.6 \ 4 \ 0.3) \cdot 10^{-2}$	$(4.1 \pm 0.8) \cdot 10^{-1}$
"	"	COLIFLOR	Coliflor	$\leq 7.8 \cdot 10^{-2}$	$\leq 7.6 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Coliflor	$\leq 5.2 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.9 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta de coliflor	$\leq 4.6 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1.8 \cdot 10^{-1}$
"	"	TOMATES	Planta	$\leq 1.6 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4.7 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto	$\leq 1.3 \cdot 10^{-2}$	$\leq 6.8 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1.9 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8.4 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto invemadero	$\leq 1.9 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.1 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1.3 \cdot 10^{-2}$	$\leq 9.0 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Planta	$\leq 1.8 \cdot 10^{-2}$	$\leq 3.5 \cdot 10^{-1}$
"	"	PIMIENTOS	Fruto	$\leq 1.3 \cdot 10^{-2}$	$\leq 6.7 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1.9 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.0 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 3.3 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8.8 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto	$\leq 9.4 \cdot 10^{-3}$	$\leq 4.5 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1.9 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.0 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 2.1 \cdot 10^{-2}$	$\leq 7.4 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 2.0 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2.0 \cdot 10^{-1}$
"	"	BERENGENA	Fruto	$\leq 1.7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4.1 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Planta	$\leq 1.0 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2.0 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto	$\leq 4.3 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4,3 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1.7 \cdot 10^{-2}$	≤ 1.7
"	"	HINOJO	Hinojo	$(1.7 \pm 0.3) \cdot 10^{-2}$	$(2.8 \pm 0.5) \cdot 10^{-1}$
"	"	NARANJA	Mesoc. + Endoc.	$\leq 1.6 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8.5 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Epicarpio	$\leq 7.1 \cdot 10^{-2}$	$\leq 7.1 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Mesoc. Y endoc. Naranja	$\leq 1.5 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.5 \cdot 10^{-2}$

Tabla n° 6.- Concentración de Am²⁴¹ en vegetales (continuación)

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
2-2	1998	NARANJA	Epicarpio	$\leq 2,1 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,7 \cdot 10^{-1}$
"	"	CALABACIN	Fruto sin pelar	$\leq 1,4 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8,2 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Epicarpio	$\leq 3,4 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,1 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Mesoc. + Endoc.	$\leq 6,3 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,7 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1,1 \cdot 10^{-2}$	$\leq 5,9 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta calabacin	$\leq 1,9 \cdot 10^{-5}$	$\leq 6,9 \cdot 10^{-4}$
"	"	PEPINO	Epicarpio	$\leq 1,0 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8,5 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Mesoc.+Endoc.	$\leq 2,5 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8,2 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Plan ta	$\leq 1,7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,2 \cdot 10^{-1}$
2-0	"	COLIFLOR	Planta	$(1,8 \pm 0,7) \cdot 10^{-3}$	$(3,2 \pm 1,2) \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Planta	$(6,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$	$(7,7 \pm 0,1) \cdot 10^{-2}$
3	"	LECHUGA	Hojas	$\leq 6,5 \cdot 10^{-3}$	$\leq 5,9 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Hojas	$\leq 4,1 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1,8 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Hojas	$\leq 1,4 \cdot 10^{-2}$	$\leq 7,5 \cdot 10^{-2}$
"	"	TOMATES	Fruto (invemadero)	$\leq 2,0 \cdot 10^{-2}$	$\leq 6,7 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 2,9 \cdot 10^{-2}$	$\leq 9,3 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Planta	$\leq 9,0 \cdot 10^{-3}$	$\leq 2,4 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto (invemadero)	$\leq 1,0 \cdot 10^{-2}$	$\leq 5,6 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 3,6 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,2 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1,2 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,4 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto (invemadero)	$\leq 1,2 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,2 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 3,8 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,3 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 2,2 \cdot 10^{-2}$	$\leq 5,2 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto	$\leq 9,5 \cdot 10^{-3}$	$\leq 5,7 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 2,2 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,3 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 3,6 \cdot 10^{-2}$	$\leq 6,9 \cdot 10^{-1}$
"	"	ORTIGA	Planta	$\leq 3,6 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4,4 \cdot 10^{-1}$

Tabla nº 6.- Concentración de Am²⁴¹ en vegetales (continuación)

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
3	1998	COLIFLOR	Flor	$\leq 4.5 \cdot 10^{-2}$	≤ 1.01
"	"	"	Planta	$\leq 1.7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4.5 \cdot 10^{-2}$
"	"	REPOLLO	Hojas interiores	$\leq 1.7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.0 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Hojas externas	$\leq 7.5 \cdot 10^{-3}$	$\leq 9.7 \cdot 10^{-2}$
"	"	BROCOLI	Flor	$\leq 1.4 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.0 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 8.8 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1.3 \cdot 10^{-1}$
"	"	ACELGA	Hojas	$\leq 9.0 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3.9 \cdot 10^{-2}$
3-2	"	PIMIENTOS	Fruto lavado	$\leq 8.9 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3.8 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Planta	$\leq 2.8 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8.5 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 2.7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.1 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1.7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2.8 \cdot 10^{-1}$
3	"	TOMATES	Fruto	$< 2.5 \cdot 10^{-2}$	$< 1.6 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 6.0 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3.3 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Planta	$\leq 2.4 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4.4 \cdot 10^{-1}$
"	"	TOMATES	Fruto	$\leq 1.5 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8.6 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1.7 \cdot 10^{-2}$	$\leq 7.1 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 9.6 \cdot 10^{-3}$	$\leq 2.5 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto	$\leq 4.2 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2.5 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1.9 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.0 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1.8 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2.1 \cdot 10^{-1}$
"	"	PATATAS	Tubérculo pelado	$\leq 7.0 \cdot 10^{-3}$	$\leq 5.2 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Piel del tubérculo	$\leq 1.5 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.9 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 6.2 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3.0 \cdot 10^{-1}$
5	"	OLIVO	Fruto lavado	$\leq 3.7 \cdot 10^{-3}$	$\leq 6.8 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Ramas finas	$\leq 1.9 \cdot 10^{-2}$	$\leq 9.2 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Ramas gruesas	$\leq 1.3 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2.1 \cdot 10^{-1}$
"	"	LECIJUGAS	Hojas	$\leq 4.5 \cdot 10^{-3}$	$\leq 0.6 \cdot 10^{-1}$

Tabla nº 6.- Concentracih de Am²⁴¹ en vegetales (continuación)

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
5	1998	PIMENTOS	Fruto (invernadero)	$\leq 8.7 \cdot 10^{-2}$	$< 1.0 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 1.6 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1.5 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 9.9 \cdot 10^{-2}$	$< 1.0 \cdot 10^{-1}$

En adición a las determinaciones de Americio mediante medida directa por espectrometría gamma de baja energía mostradas en el apartado anterior, se han realizado análisis radioquímicos secuenciales de Plutonio y Americio en cinco muestras vegetales. Los resultados obtenidos son los que aparecen en la Tabla 7.

Tabla nº 7 Concentracih de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ y Am²⁴¹ en vegetales

VEGETAL	Año Muestreo	ZONA	Actividad Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ mBq/g ceniza	Actividad Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ Bq/kg fresco	Actividad Am ²⁴¹ mBq/g ceniza	Actividad Am ²⁴¹ Bq/kg fresco
Planta sandía	1999	3	$8,9 \pm 1,7$	$0,59 \pm 0,11$	$\leq 0,33$	$\leq 0,02$
Planta tomate	1999	3	$4,5 \pm 0,7$	$0,08 \pm 0,01$	$2,6 \pm 0,1$	$(4,4 \pm 0,9) \cdot 10^{-2}$
Planta sandía	1999	3	$8,1 \pm 1,6$	$0,18 \pm 0,04$	$4,1 \pm 0,7$	$(9,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-2}$
Calabacín	1999	2-2	$0,7 \pm 0,1$	$(6,02 \pm 0,8) \cdot 10^{-3}$	$\leq 0,36$	$\leq 0,31 \cdot 10^{-2}$
Hojas de higuera	2000	2-2	$8,0 \pm 1,8$	$0,15 \pm 0,03$	$0,99 \pm 0,19$	$(1,9 \pm 0,4) \cdot 10^{-2}$

2.4.- LECHE,

Se han realizado tres determinaciones de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ por radioquímica, y de Am²⁴¹ por medidas directas, en tres muestras diferentes de leche de vaca de Palomar-es, recogidas en el Segundo semestre de 2000. Los valores medidos se especifican en la Tabla 8:

Tabla n° 8 Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ y Am²⁴¹ en leche

N° de muestra	Fecha de recogida	Densidad calculada g/cc	Tamaño analizado	Concentración de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ Bq/l	Tamaño analizado	Concentración de Am ²⁴¹ Bq/l
1	25-09-00	1,04	153 cc	≤ 0,001	611 cc	≤ 0,26
2	02-10-00	1,04	144 cc	(1,98± 0,25) •10 ⁻³	748 cc	≤ 0,05
3	16-10-00	1,04	136 cc	≤ 0,001	735 cc	≤ 0,07

2.5.- PLUVIOMETRIA

La relación de lluvia recogida en la zona de Palomares durante el año 2000 se muestra en la Tabla 9. Las muestras se analizarán cuando se disponga de mayor número de las mismas.

Tabla n° 9.- Pluviometria en Palomares

FECHA	VOLUMEN L/m ²
14 y 1.5 de Enero 2000	46,55
12 de Octubre de 2000	44,10
Del 21 al 25 de Octubre de 2000	90,65
TOTAL año 2000	181,30 l/m ²

Participantes.

En la realización de las actividades que han conducido a la obtención de los datos, especificaciones y conclusiones expuestos en este informe han intervenido las siguientes personas del CIEMAT.

Técnicos Superiores: Asunción Espinosa, Antonio Aragón, Jose Gutierrez, Santiago Castaño y Celia Salas.

Técnicos Auxiliares: M^a del Carmen Guzman, Milagros Carmona y Mariano Moya.

REFERENCIAS

- (1) Vigilancia Radiológica en la zona de ~~...~~ para el año 2000
CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/01/00.
- (2) VIGILANCIA RADIOLÓGICA EN LA ZONA DE ~~...~~ DEL AÑO 2000
AL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR
CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/03/00.
- (3) Guía de Seguridad nº 7.4 (Rev.1 y 2) ~~...~~
trabajadores expuestos a las radiaciones Ionizantes
... la médica de ...
... el vicio M...
- (4) Procedimiento Especifico nº DS-SL-65 ~~...~~
Especializado del C.I.E.M.A.T."