

REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

=

INFORME N.º 15

Estudio de la Contaminación del
Prochilodus Platensis (Sábalo)
con Productos de Fisión

por

LEOPOLDO JOSÉ ANGHILERI

=

BUENOS AIRES

1959

1324

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION DEL PROCHILODUS PLATENSIS (SABALO) CON PRODUCTOS DE FISION

LEOPOLDO JOSÉ ANGHILERI

ABSTRACT *

The absorption of fission products in the *Prochilodus platensis* (Sábalo) has been studied by determination of their specific activity in different organs and tissues 24 hours, 48 hours, 72 hours, 10 days and 30 days after contamination of the water.

Contamination of the animal starts by adsorption on the mucous coating of the fish. Activity in stomach and guts, liver and kidney increases in the course of the experience; presumptively on account of the activity adsorption from the mud particles on which the fish feeds. Radiochemical analysis of the scales proved that the Sr^{90} is fixed largely and prevalently on them.

1. INTRODUCCION

Los estudios realizados por investigadores japoneses (1) sobre la absorción de los productos de fisión por los atunes indican que en dicha contaminación hay tres períodos: en el primero, la radiactividad se localiza en especial sobre la superficie del cuerpo; en el segundo, la mayor parte se manifiesta en el interior del organismo —en su fase más reciente a la explosión en el tubo digestivo para luego aumentar en el hígado, páncreas y agallas—, y en el período final se incrementa considerablemente en los riñones, presentando un mínimo en los músculos.

Las experiencias de laboratorio y acuario sobre el efecto contaminante de los productos de fisión en agua de mar (2) indican que aparentemente hay dos vías de contaminación: la absorción directa a través de la superficie del cuerpo (piel, agallas y boca) y la otra por el aparato digestivo. Se realiza por la primera cuando el agua de mar tiene una alta actividad. En este caso es al principio absorbida (proceso físico) por la mucosidad de la superficie del cuerpo, para luego penetrar a los tejidos (proceso fisiológico). La absorción por la segunda vía se realiza en especial con actividades bajas, facilitándose cuando ocurre una absorción previa por organismos que sirven de alimento a la especie en estudio.

* El trabajo ha sido presentado al Séptimo Congreso Latinoamericano de Química, México, abril de 1959.

En otros trabajos experimentales sobre la contaminación con residuos de reactores (3) se presenta un esquema general en el cual la actividad fijada presenta el siguiente orden decreciente: escamas, huesos (caso del ^{32}P), riñones, hígado, piel, testículos, vasos, intestinos, ovarios, sangre, músculo y grasa.

Este trabajo de investigación se realizó con ejemplares de *Prochilodus platensis*, especie muy afín al *Prochilodus lineatus* (según algunos ictiólogos es la misma especie). Taxonómicamente pertenece a la clase Teleostomi; orden, Cypriniformes; familia, Anostomidae; género, *Prochilodus*; especie, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes).

El *Prochilodus lineatus* es un pez de agua dulce con hábito nec-tónico, pero no vive permanentemente en la región del fondo; la forma de su cuerpo y sus costumbres muestran que es un pez nadador y que prefiere la región litoral de poca profundidad, con un fondo fangoso, rico en diatomeas y detritus orgánicos. A medida que aumenta su talla habita lugares más profundos. Es un pez iliófago, siendo el fango su principal alimento. En el contenido gastrointestinal se ha encontrado (4), además de los componentes inorgánicos del fango, gran cantidad de algas, predominando las Navícula, Melosira y Synedra. Además, se comprueba la presencia de detritus orgánico (restos de algas y tejidos vegetales superiores), restos de organismos zooplanctónicos (caparazón de copépodos), de insectos terrestres y acuáticos, como también espículas de esponjas. La mayor proporción de la masa total del contenido gastrointestinal la constituye el fango propiamente dicho, es decir, arcilla y gránulos de cuarzo. El contenido de sustancia orgánica en la porción gástrica es de 4,6 % del peso; en la intestinal es de 3,5 %; la diferencia se absorbe (4). En estado de repleción el conducto digestivo contiene fango en cantidades que oscilan entre el 2 y el 5 % del peso total del cuerpo. El fango contiene 50,44 % de agua y 49,56 % de materia seca (5).

Los numerosos ejemplares usados en las experiencias fueron pescados en el Río de la Plata el 21 de setiembre del año 1958, eligiéndose con un tamaño uniforme (ver fig. 1).

El objeto fundamental del presente trabajo es el estudio de la contaminación por su posible incidencia en el terreno sanitario, puesto que esta especie es el único pez de agua dulce que se industrializa en nuestro país para la obtención de aceite y harina de pescado, utilizándose esta última indirectamente en la alimentación humana: fertilizantes y alimentos para animales de consumo. En la elaboración de la harina se utiliza la totalidad del pescado, razón por la cual puede tener gravitación cualquier posible absorción selectiva de radioisótopos biológicamente peligrosos.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Los peces, luego de un período de dos días de adaptación ambiental a la vida en pecera, permanecieron en agua contaminada con catorce (14) microcuries de productos de fisión de uranio natural por litro. Esta actividad fué obtenida por irradiación de óxido de uranio (U_2O_3) en el sincrociclotrón de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Buenos Aires, con un mes de anterioridad a su empleo experimental, para que en esta forma cayeran las actividades cortas. Su disolución en NO_3H se llevó a pH 7 antes de usarla como contaminante.

A las 24 horas, 48 horas, 72 horas y 10 días de contaminar el agua se separaron grupos de cinco ejemplares, y a los 30 días, dos ejemplares. Sobre los grupos separados a los distintos tiempos de la contaminación se efectuaron estudios radioquímicos en la siguiente manera:

- a) Se determinó la actividad específica para cada órgano o tejido.
- b) Se estudió en el caso de las fracciones de mayor actividad la curva de desintegración y la curva de absorción para aluminio.
- c) En el caso de las escamas se analizó radioquímicamente para identificar ^{90}Sr .

Técnicas y resultados experimentales

- a) De cada uno de los tejidos u órganos ensayados se obtuvo una muestra por disección de cada ejemplar. En los cuatro primeros grupos se obtuvieron cinco muestras de cada órgano, y en el último, dos. Sobre dicho material se determinó la actividad específica destruyendo previamente la materia orgánica con una mezcla de NO_3H y H_2O_2 , disolviendo en agua el residuo inorgánico y midiendo el residuo de una parte alícuota evaporada con ayuda de una lámpara infrarroja sobre una capsulita de porcelana. Para la medición se empleó un tubo Geiger-Müller de vidrio con un espesor de pared de 20 mg/cm^2 .

La actividad específica se expresó para un gramo de sustancia húmeda. Los valores obtenidos están expresados en la tabla 1 como actividad específica promedio.

En los gráficos 2, 3 y 4 se reproducen comparativamente estos valores para las diversas etapas de la investigación.

Los valores experimentales más altos se obtienen para escamas, aletas y cabeza a las 24 horas. Estos valores decrecen en el curso de la experiencia. La actividad en estómago e intestino, como también en riñón, disminuye en las etapas intermedias para incrementarse al final. En las branquias el máximo se obtiene a las 48 horas, y en la piel, hígado y corazón, a los 30 días.

TABLA 1

	c/min/g				
	24 horas	48 horas	72 horas	10 días	30 días
Aletas	59.402	33.690	17.793	2.100	930
Branquias	991	5.340	1.230	668	331
Cabeza	6.032	1.200	512	90	122
Corazón	110	220	212	92	1.801
Escamas	29.670	6.123	4.082	1.206	540
Esqueleto	120	120	120	30	32
Estómago e intestino	8.284	630	240	303	9.600
Hígado	222	90	180	211	906
Músculo	300	90	155	60	91
Páncreas	688	455	600	309	0
Piel	0	32	60	80	783
Riñón	899	60	30	52	1.081
Vejiga natatoria	10	10	22	10	0
Vesícula biliar	450	355	121	30	0

- b) Para los casos de escamas, branquias, aletas y aparato digestivo (estómago e intestino) se trazaron las curvas de desintegración y de absorción para aluminio. Idéntico trabajo se realizó para el material contaminante y el agua contaminada luego de la experiencia. Todas las curvas de desintegración decaen de acuerdo a la ley de decaimiento de fisión $A_t = A_0 \cdot t^{-ct_0}$, donde A_t es la actividad a un tiempo t ; A_0 es la actividad inicial. Solamente la correspondiente a las escamas tiene distinta configuración. En las curvas de absorción para aluminio se observa también la similitud, con excepción para el caso de las escamas (figs. 5 y 6). En este caso las características período largo y valor de energía beta decidieron a realizar una marcha de separación química en busca de ^{90}Sr .

- c) Para la separación de la fracción estroncio la solución resultante de la destrucción de la materia orgánica por medio de NO_3H y H_2O_2 se pasó por una columna de resina Dowex 50-X8, previo agregado de algunos miligramos de estroncio como portador. La columna de resina se preparó haciendo pasar primero HCl 3N y lavando luego con citrato de amonio a pH 7. La solución a investigar se llevó a pH 7 antes de pasarla por la columna. Se eluyó luego con citrato de amonio a pH 3,5. En esta forma se extrae el itrio (6). Sobre el eluido se determinaron las curvas de absorción para aluminio y de desintegración. Se obtuvieron los valores correspondientes a ^{90}Y , hija del ^{90}Sr (figs. 7 y 8).
- d) Se efectuaron autorradiografías sobre film radiográfico para un ejemplar de las 24 horas y otro de los 30 días. Las impresiones resultantes demuestran (figs. 9 y 10) en el primer caso una acumulación de actividad en la zona dorsal, en las aletas y en las branquias. La fijación sobre las escamas se manifiesta por la neta reproducción de sus características morfológicas. En el segundo caso la imagen, con las mismas características, es más débil. El tiempo de exposición para el ejemplar de 24 horas fué de 20 días, y para el de 30 días, de 45 días.

La magnitud de la actividad acumulada en las escamas se aprecia en la autorradiografía obtenida con un film Ilford luego de 48 horas de exposición (fig. 11).

3. CONCLUSIONES

De los valores experimentales resulta que la contaminación es debida, en un primer momento, a la absorción de las actividades sobre la capa mucosa que recubre la superficie corporal y las aletas. La actividad se fijaría, además, en las branquias, por oclusión de pequeñas partículas radioactivas en el proceso respiratorio.

El aumento de actividad observado al final de la experiencia en el aparato digestivo, hígado y riñón se explicaría por alimentarse el *Prochilodus* del barro depositado en el fondo de la pecera, material éste que aumentó su actividad por fijación de los radioisótopos disueltos.

El análisis de la actividad presente en las escamas demuestra la fijación (muy posiblemente por un mecanismo de intercambio calcio-estroncio) el radioestroncio en forma predominante. Este fenómeno no se observó en el esqueleto. Dada la importancia biológica de tal fijación en este caso del *Prochilodus*, cuya industrialización

se realiza sobre la totalidad del organismo (escamas incluídas), se ha iniciado en esta Comisión Nacional de Energía Atómica una serie de experiencias para el estudio de la fijación y posible concentración del ^{90}Sr por las escamas del Prochilodus.

El aumento progresivo en la piel se explicaría por una lenta difusión a través de la capa mucosa que cubre las escamas.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Hiyama, Yoshio: *Actas de la Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos*, Vol. XIII, págs. 422-424 (1955).
2. Hiyama, Y.; Ichikawa, R., y Yasuda, F.: *Studies on the processes of contamination of fish by the fission products. Research in the effects and influences of the nuclear bomb test explosions*, Vol. II, págs. 1119-1133, UENO, Tokio (1956).
3. Foster, R. F., y Davies, J. J.: *The accumulation of radioactive substances in aquatic forms. Proceedings of the International conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy*, 13 (P/280), págs. 364-367 (1955).
4. Gneri, F. S., y Angelescu, V.: *Rev. Inst. Nac. Invest. Ciencias Naturales* (anexo al Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia), Ciencias Zoológicas, 2 (1), págs. 1-44 (1951).
5. Gneri, F. S., y Angelescu, V.: *Ibid.*, 1 (6), págs. 161-272 (1949).
6. Salutsky, M. L., y Kirby, H. N.: *Anal. Chem.*, 27, pág. 567 (1955).

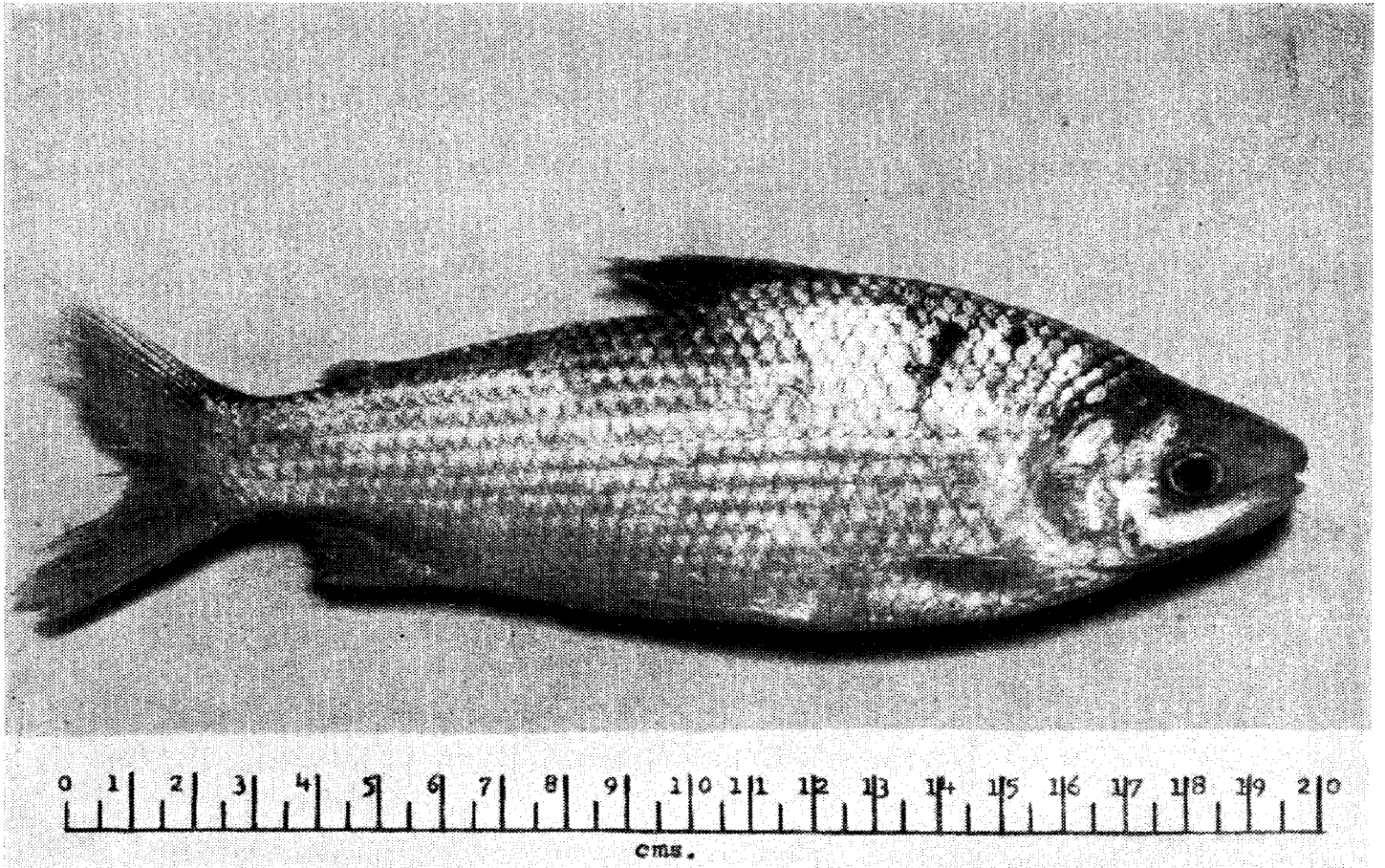


FIG. 1.—Ejemplar de *Prochilodus platensis* (Sábalo) usado en la experiencia.

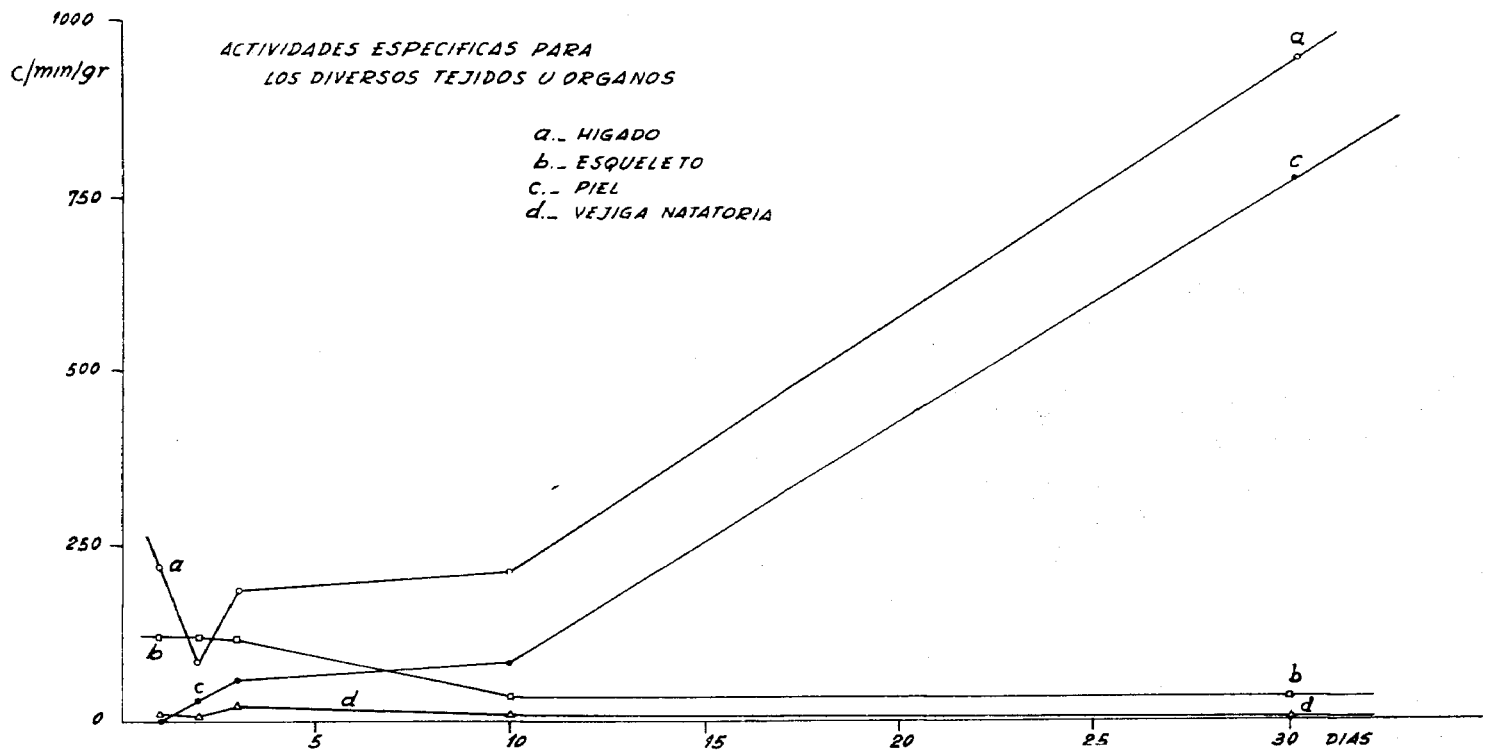


FIG. 2.— Actividades específicas para los diversos tejidos u órganos.

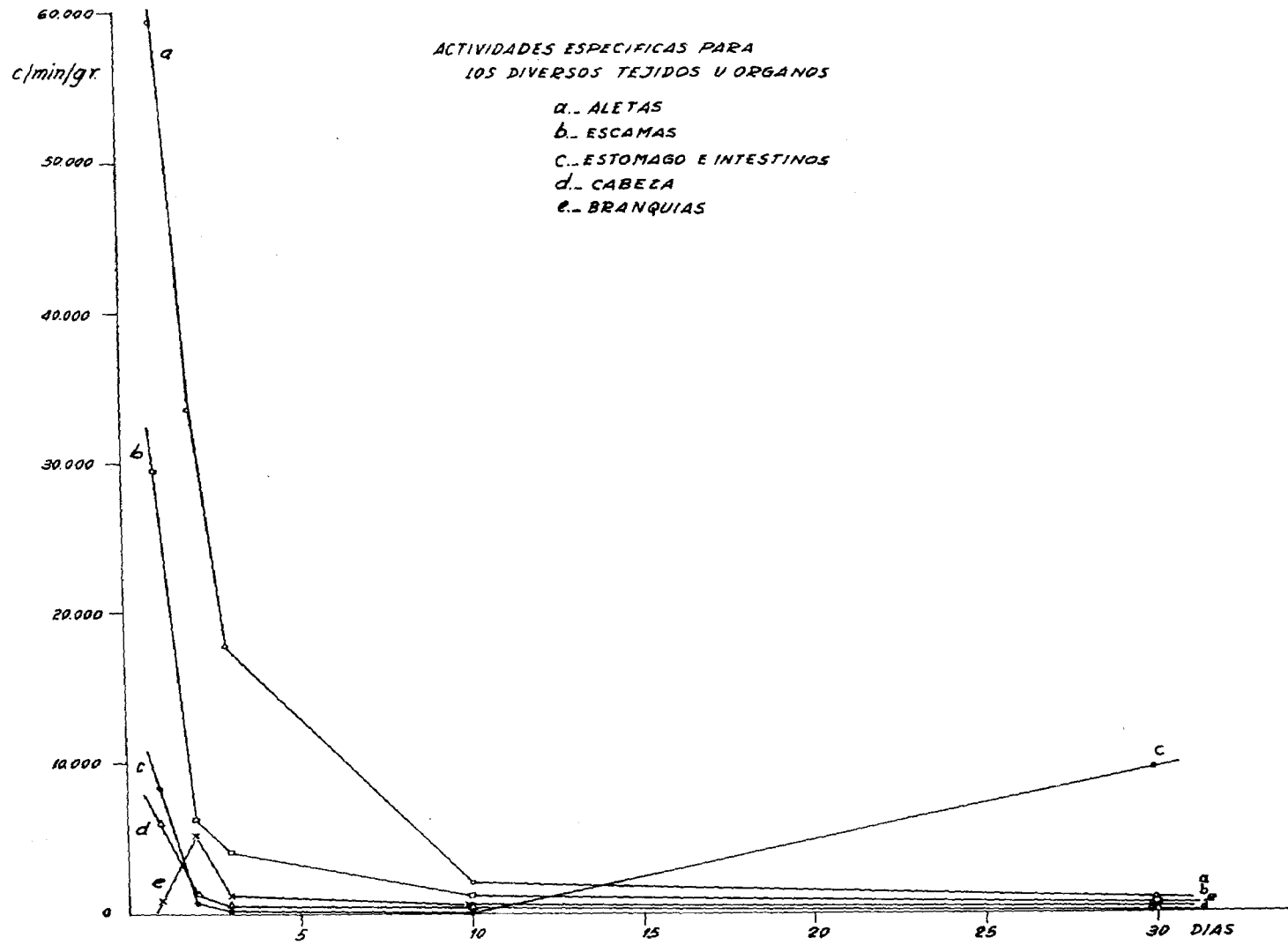


Fig. 3.— Actividades específicas para los diversos tejidos u órganos.

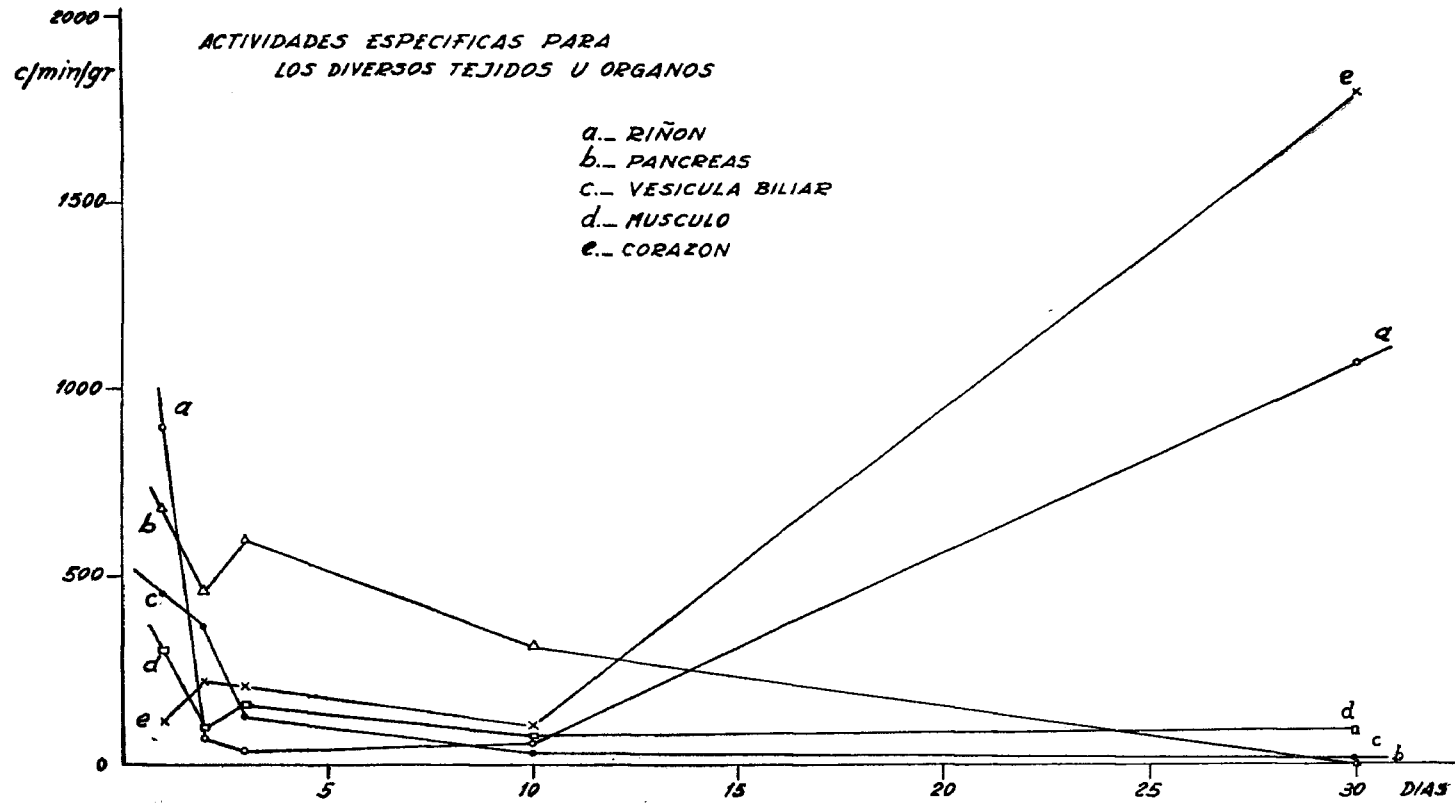


FIG. 4. — Actividades específicas para los diversos tejidos u órganos.

CURVAS DE DESINTEGRACION

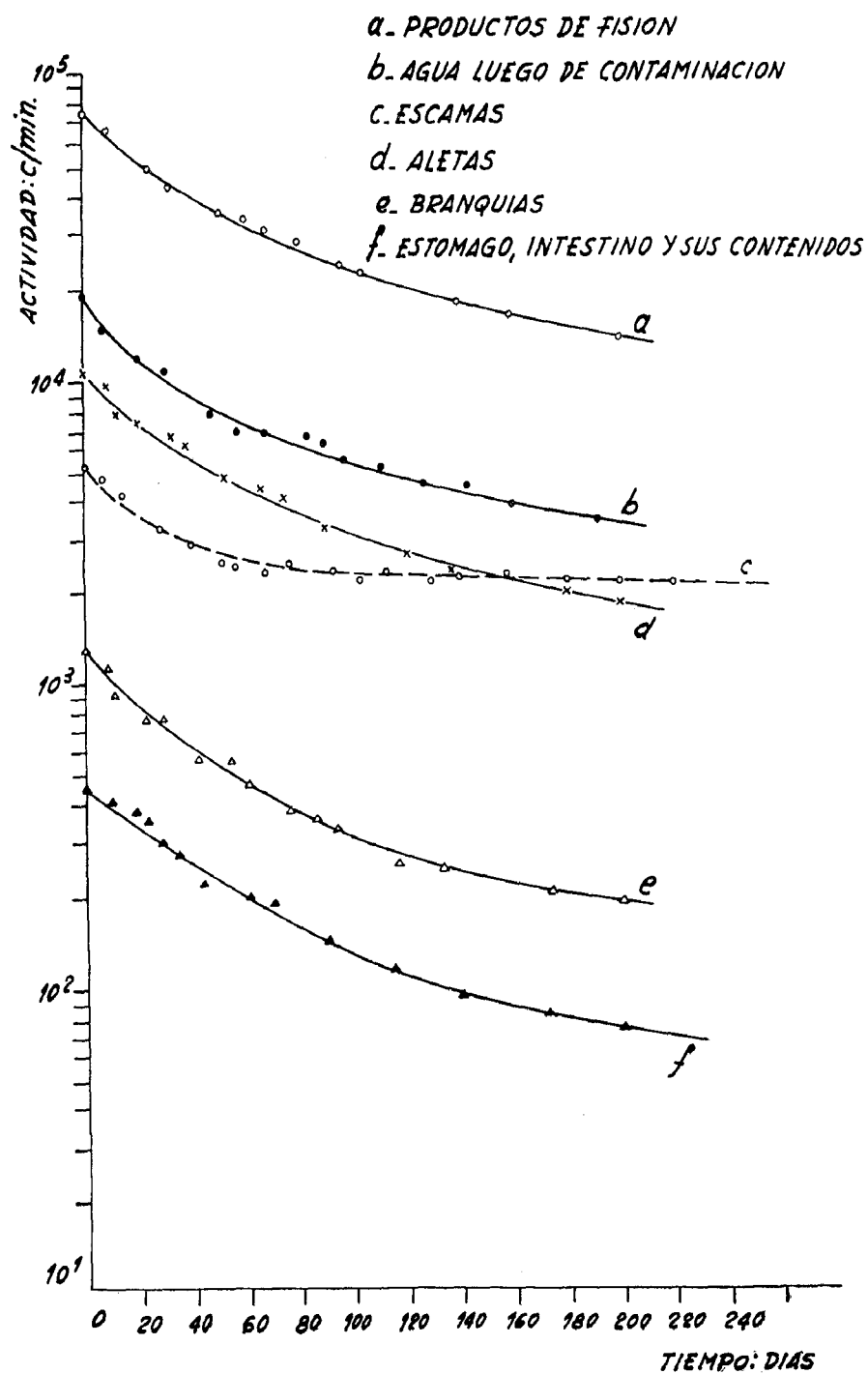


FIG. 5. — Curvas de desintegración de las diversas fracciones.

CURVAS DE ABSORCION

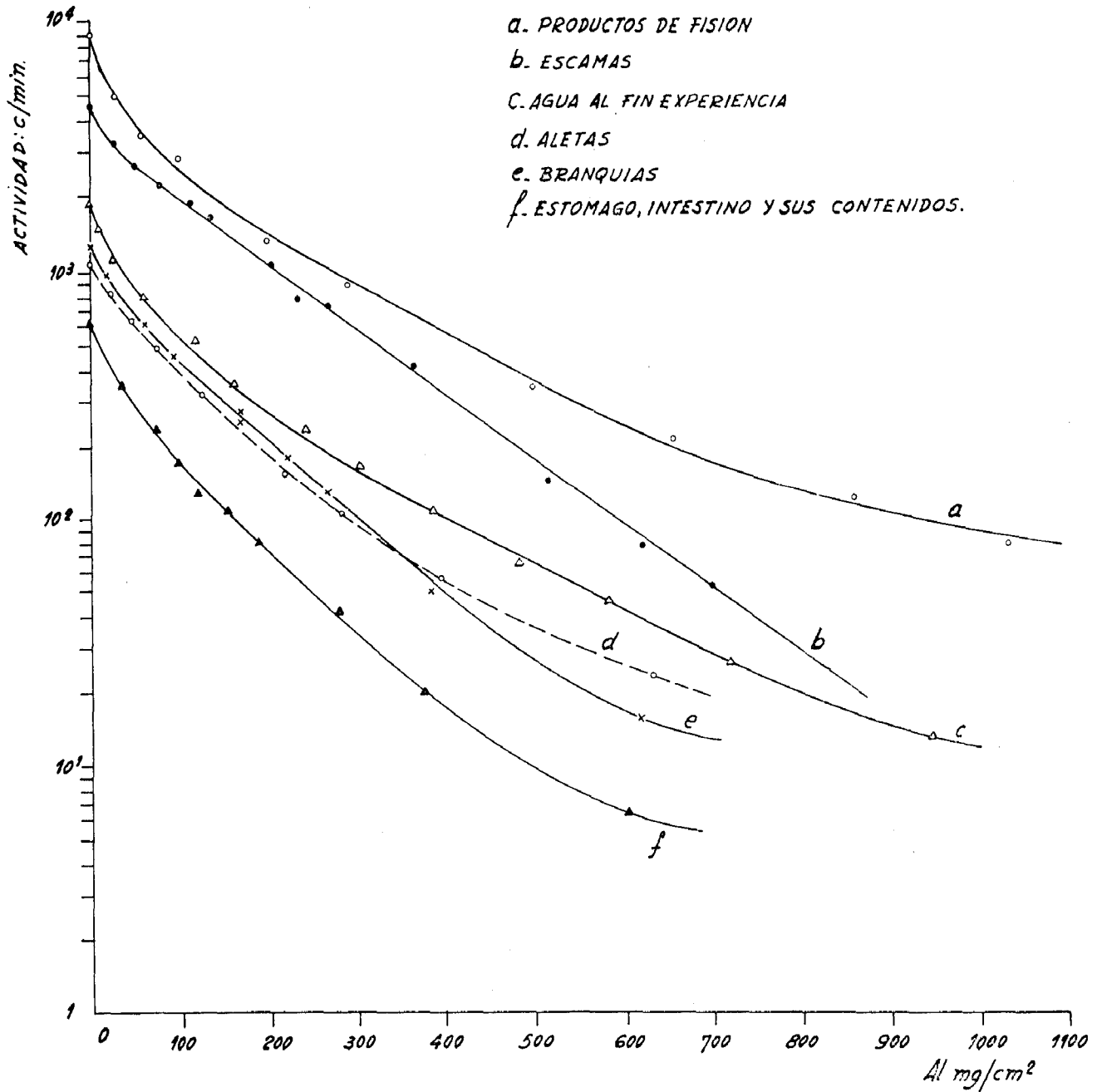


FIG. 6.—Curvas de absorción de las diversas fracciones.

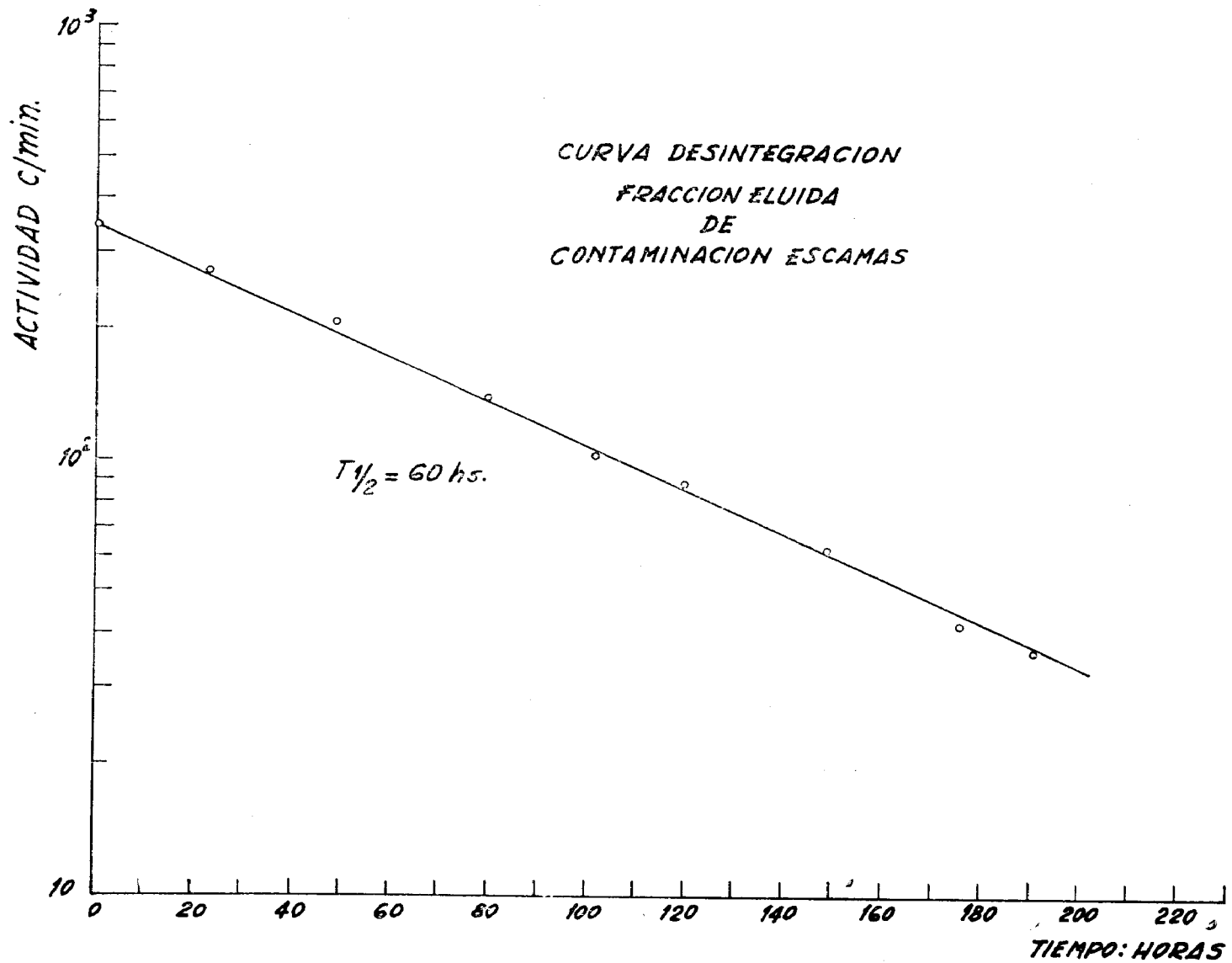


Fig. 7.— Curva de desintegración de la fracción eluida de la contaminación de las escamas.

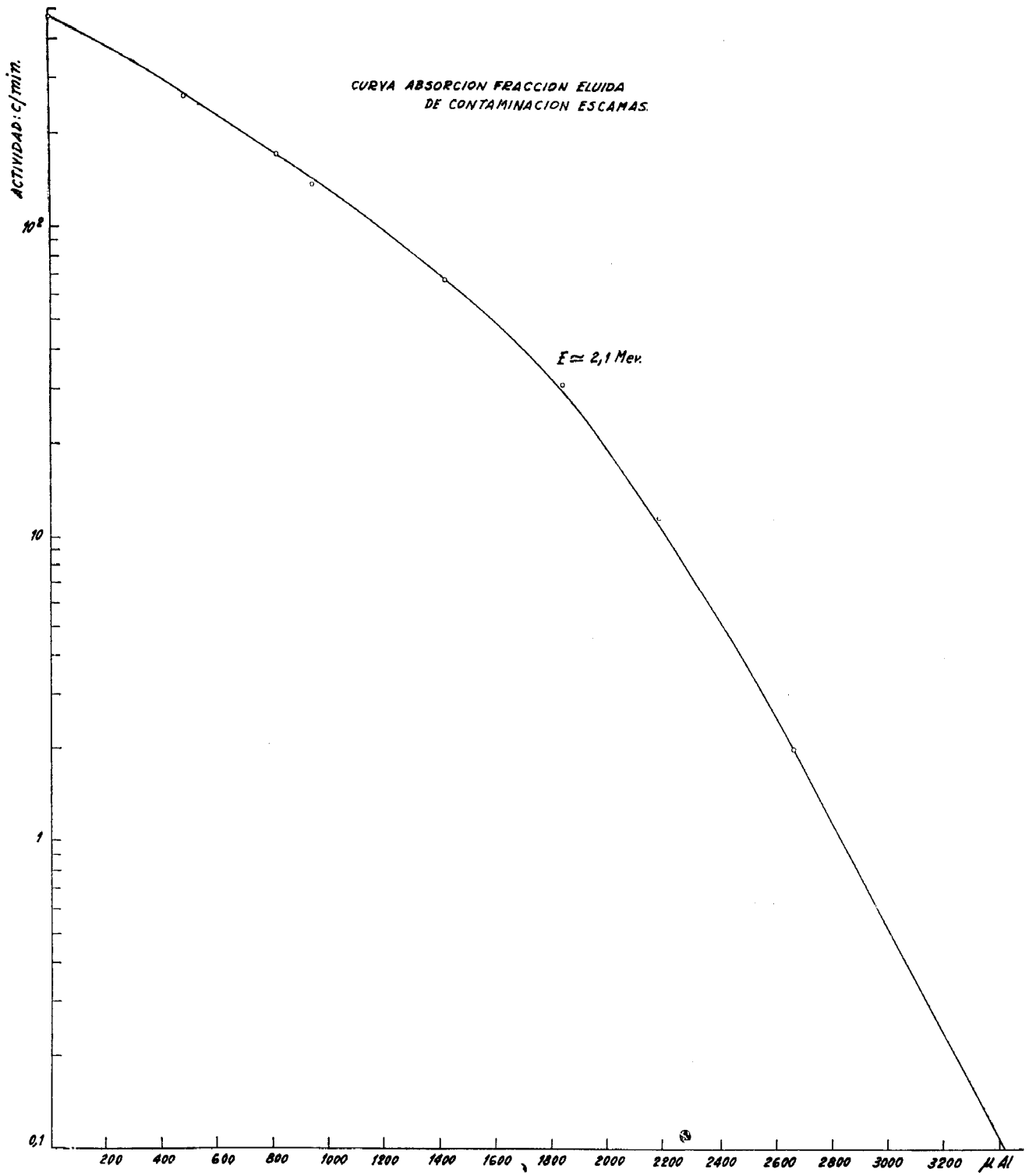


FIG. 8.—Curva de absorción de la fracción eluida de la contaminación de las escamas.

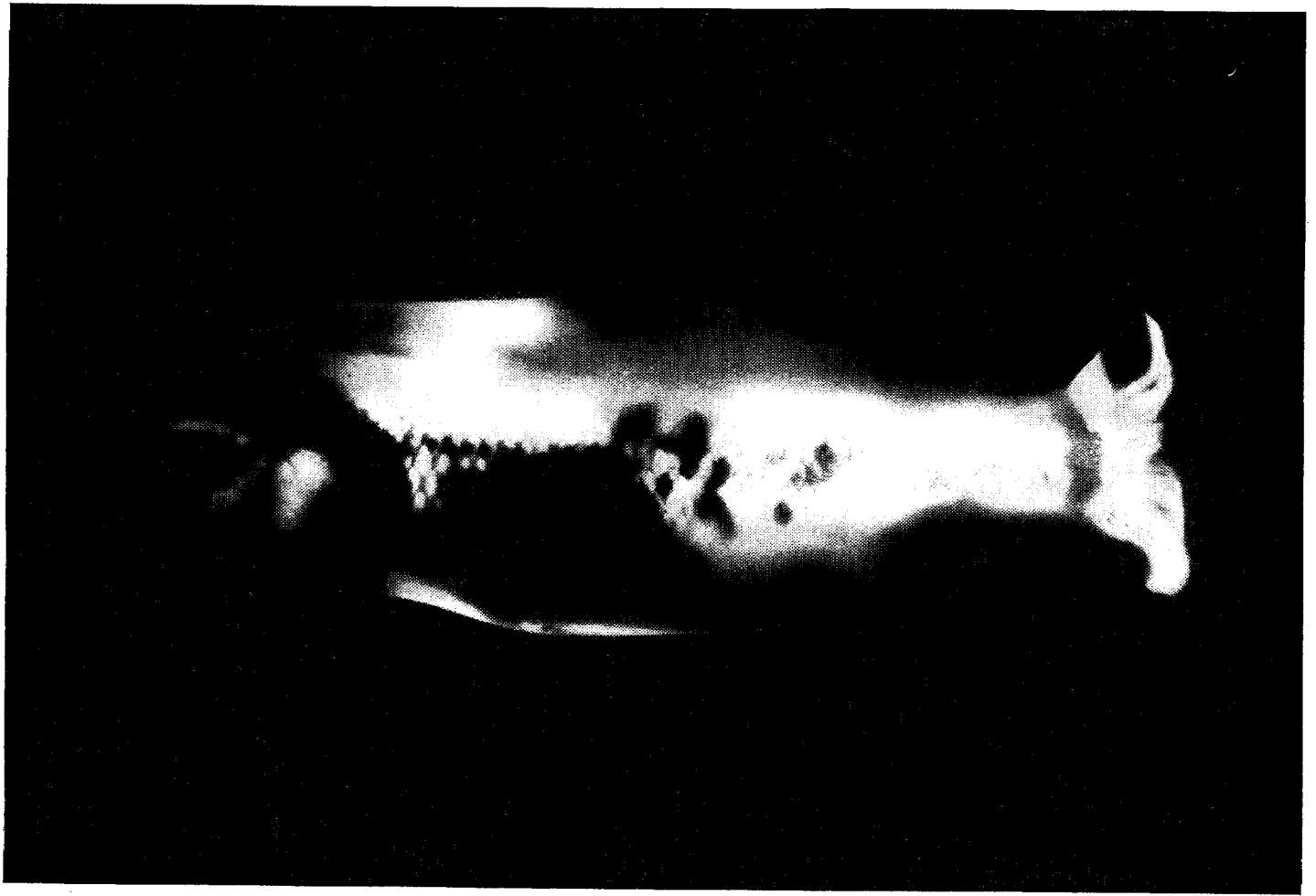


FIG. 9. — Autorradiografía de un ejemplar de *Prochilodus platensis* luego de permanecer 24 horas en el agua contaminada.



FIG. 10.— Autorradiografía de un ejemplar de *Prochilodus platensis* luego de permanecer 30 días en el agua contaminada.

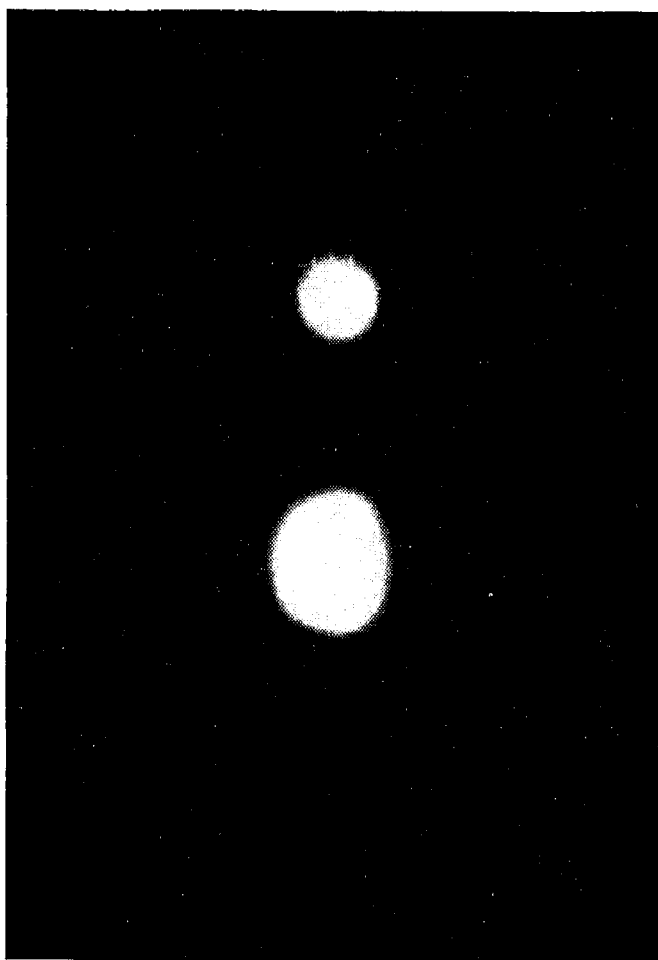


FIG. 11. — Auterradiografía de escamas contaminadas.

Este folleto terminó de imprimirse
en el mes de Setiembre de 1959 en los
Talleres Gráficos de la Comisión
Nacional de Energía Atómica.