

Otra posible aplicación, que hasta hoy sólo se ha explorado superficialmente, es el tratamiento de las aguas negras con radiaciones de alta intensidad para lograr que este agua, contaminada con patógenos, sea suficientemente inocua para volver a utilizarla en el riego agrícola. Pero antes de que se demuestre la viabilidad de esta nueva idea es preciso resolver muchas cuestiones técnicas.

*En resumen, los radioisótopos han resultado ser un don de gran valor para muchas ramas de la medicina y de la biología. Muchas cuestiones fundamentales acerca de la naturaleza de la vida y de las enfermedades humanas reciben respuesta gracias a este instrumento. Los adelantos tecnológicos en materia de computadoras y electrónica, combinados con las sustancias radiactivas recientemente desarrolladas, están cambiando la faz del diagnóstico médico moderno. Al multiplicarse los aparatos de radioterapia, un número mayor de víctimas del cáncer tienen acceso a un mejor tratamiento de su enfermedad. Existen razones para confiar en que las investigaciones radiobiológicas, por ejemplo, las encaminadas a aumentar la radiosensibilidad, desemboquen en avances importantes en radioterapia, pero el «cóctel atómico» destructor del cáncer sigue siendo una esperanza lejana y utópica.*

#### Referencias

Fig.2, tomada de McCready y col. en: Vol. II, Medical Radioisotope Scintigraphy (1973), pág. 578. Actas de un Simposio del OIEA.

Fig.3, tomada de Rejali y col. en Dynamic Studies with Radioisotopes in Medicine (1970), pág. 116. Actas de un Simposio del OIEA.

## Necesidad creciente del control de calidad en materia de análisis

por O. Suschny y D.M. Richman

El desarrollo tecnológico de un país depende directamente de sus posibilidades en materia de química analítica o de realización de mediciones, toda vez que es imposible alcanzar un cierto nivel de complejidad tecnológica si no se dispone de medios para efectuar mediciones. Las posibilidades de medición se necesitan, en efecto, para evaluar tanto el grado de competencia tecnológica como los resultados de esa competencia. Ahora bien, los resultados de las mediciones, por sí solos, son insuficientes. Es preciso disponer de un patrón o de un material de referencia para contrastarlos estableciendo la necesaria comparación. En el complejo mundo de la química, el desarrollo satisfactorio de la tecnología acentúa la necesidad de disponer de materiales de referencia.

Desde los comienzos del decenio de los 60, el Organismo Internacional de Energía Atómica ha venido distribuyendo soluciones radioisotópicas calibradas, materiales patrón y muestras para inter-comparaciones. La finalidad de este servicio ha sido siempre ayudar a laboratorios de los Estados Miembros a evaluar y, en caso necesario, mejorar la fiabilidad de sus trabajos de análisis. La utilidad y la necesidad permanente de este servicio han quedado demostradas por los resultados de gran número de inter-comparaciones llevadas a cabo, de los que se ha desprendido que, sin una labor continua de control de calidad en materia de análisis no podría aceptarse como buena una supuesta fiabilidad adecuada de los datos analíticos obtenidos.

Al carecer la química analítica de la vistosa aureola que envuelve a otras ramas científicas, no ha suscitado la atención que merece; ahora bien, de considerarse su importancia en el terreno de la práctica, le corresponde una alta prioridad en cualquier plan tecnológico en desarrollo ya que, sin ella, muy escasas son las probabilidades que existen de poder evaluar un éxito o un fracaso tecnológico, y pocas las oportunidades de determinar las causas y razones a que pueda deberse ese éxito o ese fracaso.

En alcance y la magnitud del futuro programa del OIEA en esta esfera han sido fijados en una serie de recomendaciones formuladas por diversos grupos de expertos; todos ellos han convenido en la

importancia de este programa y han elaborado recomendaciones pormenorizadas dentro de sus respectivos sectores de especialización.

Los recursos del Organismo son limitados, por lo que no puede encargarse, por su propia cuenta, de la preparación y distribución de todos los materiales necesarios. No obstante, sí puede muy bien actuar como agente centralizador y coordinador de las actividades de las diversas entidades internacionales y nacionales que se interesan por los materiales para el control de calidad. Se busca, por tanto, la cooperación con esas entidades a fin de coordinar los esfuerzos, evitar la duplicación de trabajos y extraer el máximo provecho posible de los recursos disponibles.

## PLANES PARA EL FUTURO

A fin de examinar los resultados de la ejecución del programa a lo largo del pasado decenio, y de asesorar al Organismo sobre la mejor manera de ayudar a los laboratorios a conseguir mediciones exactas en las esferas nuclear y radioisotópica con una precisión adecuada, con una rapidez suficiente y con un costo razonable, el Organismo Internacional de Energía Atómica convocó una Reunión de consultores sobre control de calidad en materia de análisis que tuvo lugar en Viena en mayo de 1973.

En dicha reunión se abordó el problema de una manera sistemática y teniendo en cuenta la realidad de la situación, y se planificaron las actividades relativas a los materiales de referencia, control de la calidad en materia de análisis y otras cuestiones conexas.

- El futuro programa del Organismo otorgará mayor importancia a la certificación de nuevos materiales patrón, haciéndose constar su contenido en radionúclidos y en elementos estables, y ayudará a distribuir materiales patrón nacionales, para su empleo en inter-comparaciones a escala mundial, allí donde surjan dificultades que impidan su exportación directa por un país a otro (por ejemplo, en el caso del uranio y del plutonio).
- Se fijarán prioridades en cuanto a la introducción de nuevos materiales patrón y de nuevos materiales de referencia en amplios sectores tales como los relativos al análisis de radionúclidos y de elementos estables en muestras de materiales nucleares, de rocas y minerales, del medio ambiente y de materias biológicas de interés en medicina.
- Los materiales patrón han de elaborarse de manera que ofrezcan la máxima calidad, por lo que es esencial recurrir exclusivamente a procedimientos de eficacia bien probada y reconocida. Si bien al Organismo le gustaría ampliar sus propias instalaciones para esta labor científica y orientar sus esfuerzos hacia trabajos de medición basados en materiales patrón, esto exigiría un aumento de personal y de medios materiales muy superior al que parece que podría permitirse llevar a cabo el OIEA en un futuro próximo.
- Dado que los resultados fidedignos de los análisis constituyen con frecuencia la base para un examen crítico al procederse a una evaluación de las actividades nucleares, de la contaminación del medio ambiente, de deficiencias en la nutrición y del potencial de recursos minerales, resulta de primordial importancia para las organizaciones inter-

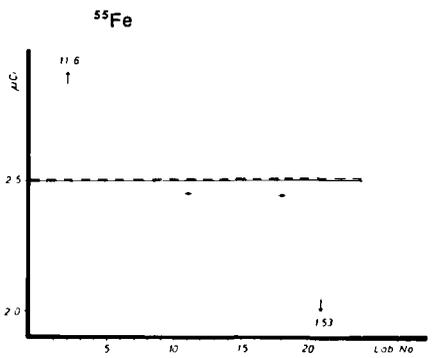
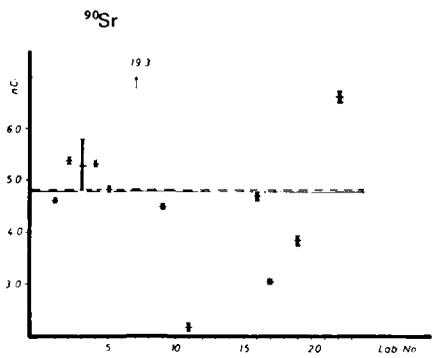
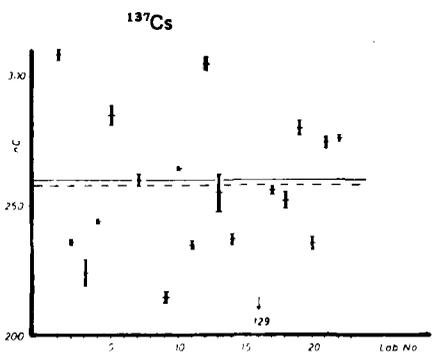
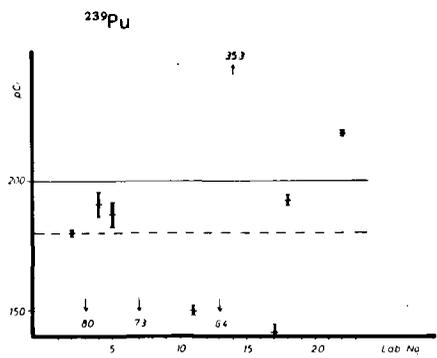
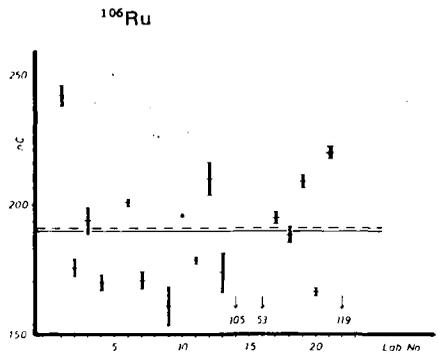
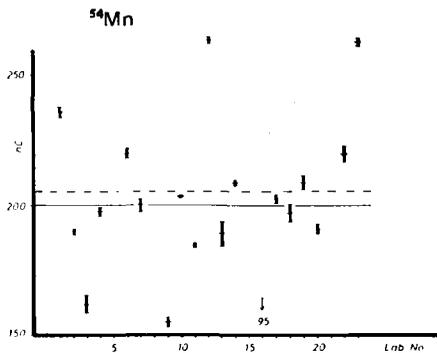
nacionales y para sus Estados Miembros disponer de los servicios de laboratorios de análisis que ofrezcan garantías de fiabilidad.

- En los programas relativos a las salvaguardias del Organismo, también será de utilidad que existan mejores oportunidades de disponibilidad y de intercomparación en lo que se refiere al empleo de materiales de referencia para el análisis de combustibles nucleares. En la labor de desarrollo de los procedimientos de salvaguardia para evaluar la fiabilidad de los datos analíticos, se está dedicando considerable esfuerzo a examinar la sistemática del análisis químico, a determinar la frecuencia de utilización de los materiales de referencia requeridos, a definir los sesgos introducidos por el empleo de determinadas metodologías, etc. Este tipo de actividades puede resultar de considerable utilidad al margen del programa relativo a las salvaguardias, como, por ejemplo, para la vigilancia radiológica de la contaminación de las aguas o del aire. El Organismo tiene el propósito de aprovechar estas posibilidades de aplicación más amplia de tales actividades.
- En la esfera del análisis de los combustibles nucleares, un sector que ofrece particular interés lo constituye el análisis de materiales combustibles a base de mezclas de óxidos de uranio y de plutonio. Estos materiales encierran importancia para la labor tecnológica avanzada que se lleva a cabo en diversos Estados Miembros. Los especialistas encuentran difícil dominar los actuales métodos de análisis para determinar el uranio o el plutonio presentes en materiales constituidos principalmente por mezclas de óxidos. Se hace preciso disponer de un material testigo para estudiar las dificultades que entraña el problema, y se prevé que se llevará a cabo un programa coordinado de investigaciones sobre algunos de los problemas en materia de análisis que plantean esos materiales a base de mezclas de óxidos de uranio y de plutonio. Esto entrañaría poder disponer de un material a base de óxidos (U – Pu), bien caracterizado, para su utilización como material para ensayos. Entre los problemas especiales que habrían de examinarse figurarían la disolución de las mezclas de óxidos y el análisis del U en presencia del Pu y viceversa.

## SITUACION ACTUAL DEL PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD EN MATERIA DE ANALISIS

Los materiales que actualmente se están distribuyendo pueden clasificarse de la manera siguiente:

- Materiales patrón** (designados con la letra «S», inicial del término «Standard materials», en el programa): estos materiales han sido ya analizados en uno de los laboratorios del Organismo o bien en laboratorios de sólida reputación con los que se ha contratado la realización de dicho servicio. Los materiales se suministran acompañados de un certificado en el que se describe su composición en general, así como el contenido en el elemento o núclido de interés y el método o métodos mediante los cuales se calculó dicho valor. A esta categoría de materiales corresponden los patrones de mineral de uranio. El Organismo distribuye también, en ocasiones, muestras patrón preparadas por laboratorios nacionales tales como el National Bureau of Standards (NBS) de los Estados Unidos.
- Materiales para intercomparaciones** (designados con la letra «I», inicial del término «Intercomparison materials», en el programa): se trata de materiales que se distribuyen para fines de intercomparación. En este tipo de materiales se ha determinado la distribución homogénea de los elementos o núclidos que en ellos han de analizarse; no obstante, no siempre se conoce su concentración en valor absoluto. Se distribuyen gratuitamente (exceptuados los gastos de franqueo postal si su importe es considerable), quedando entendido que los laboratorios que cursan los pedidos se comprometen a comunicar con carácter confidencial al OIEA los resultados obtenidos para que éste los utilice.



valor     
  valor promedio     
   $\bar{x} \pm$  Desv. típica

INTERCOMPARACION EFECTUADA SOBRE FILTROS DE AIRE EN 1972 –  
Aire - 1 - Déposito de 6 radionúclidos en filtros de aire

**c) Materiales de referencia** (designados con la letra «R», inicial del término «Reference materials», en el programa): estos materiales han sido ya utilizados como muestras para intercomparaciones, de manera que ha quedado determinado su contenido. Por lo general, el grado de exactitud del contenido indicado en estos materiales de referencia es inferior al de los materiales patrón.

En el Volumen 15, N° 3, de este Boletín, correspondiente a junio de 1973, figura una lista de los materiales de que se dispone para su distribución.

Gran número de los trabajos de análisis que se realizan empleando estos materiales entrañan también interés para otras entidades internacionales, regionales y nacionales. El Organismo ha intercambiado ideas con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en relación con estudios relativos a filtros de aire (1) y al mejoramiento de la exactitud en las mediciones de la contaminación del aire; se han establecido contactos con la Organización Mundial de la Salud (OMS) respecto de muestras que ofrecen interés en medicina, y se han estudiado con la FAO, con la cual el Organismo tiene creada una División Mixta, diversos materiales que contienen elementos estables de interés para los estudios sobre los plaguicidas (2) y para otras aplicaciones en agricultura. El Organismo también ha consultado o trabajado en cooperación, en materia de patrones y de intercomparaciones, con la OIPM, el Comité de Radiaciones de las Naciones Unidas, la UIQPA, la ISO, la EURATOM (3) y otras organizaciones y entidades tanto internacionales e interregionales como nacionales. Es de suponer que proseguirá esta cooperación. Además, el Organismo ha creado, con carácter no oficial, una red de laboratorios de referencia constituida por laboratorios seleccionados tomando como base su reputación y la continua fiabilidad de sus resultados, para que ayuden en la labor de análisis de materiales de referencia.

Los costos de preparar materiales de referencia certificados son altos y en ellos influye el tiempo y el trabajo que esa labor exige. No obstante, esos costos no deben considerarse un factor limitativo en vista de las ventajas que pueden conseguirse directamente con la eliminación de errores analíticos importantes. El aprovechamiento eficaz de los materiales que resultan costosos exige conocer a fondo la finalidad de su utilización, ya que en gran número de casos puede resultar idóneo el empleo de muestras o patrones secundarios.

## EVOLUCION DEL PROGRAMA

*En el transcurso del último decenio, el Organismo ha trabajado activamente en la realización de intercomparaciones analíticas de materiales radiactivos, de materiales empleados en programas de energía atómica, y de materiales para cuyo análisis el empleo de técnicas nucleares ha resultado preferible al de otras técnicas.*

Las intercomparaciones entrañan la evaluación de la calidad del trabajo efectuado por un laboratorio, para lo cual se facilita una muestra del mismo material a cada uno de los laboratorios previamente seleccionados, para que la analice. Seguidamente se comparan los resultados de los análisis, con lo que puede determinarse si esos laboratorios pueden o no facilitar resultados exactos.

Para las intercomparaciones llevadas a cabo, las muestras distribuidas se prepararon de manera que ofreciesen una gran semejanza con las de aquellos materiales que los laboratorios participantes analizaban corrientemente. Las muestras se seleccionaron teniendo presente que debían ofrecer una estabilidad razonable y tener una composición general parecida a la de los materiales objeto de análisis corrientes y una concentración parecida de los núclidos o elementos que habrían de determinarse. En todos los casos, se logró que la homogeneidad de las muestras se ajustase al intervalo requerido de tamaños de las partículas.

Más recientemente, el Laboratorio de Mónaco ha aportado materiales para inter-comparaciones destinados a estudios sobre la radiactividad marina, y el Laboratorio de Seibersdorf ha incluido también en la serie de materiales diversos compuestos de uranio y de plutonio para su utilización en trabajos relativos a las salvaguardias.

Además, se han incluido también diversos materiales para atender a las necesidades de científicos que trabajan en determinaciones de vestigios de elementos recurriendo a técnicas nucleares, principalmente las del análisis por activación neutrónica.

Cuando gran número de países se lanzaron a trabajos de prospección de uranio y de otros elementos, surgió la necesidad de disponer de patrones de mineral para comprobar los resultados obtenidos tanto en los trabajos sobre el terreno como en los laboratorios auxiliares. Se utilizaron tres tipos distintos de mineral para preparar 4 lotes de patrones, todos ellos comprendidos en el intervalo de concentraciones de uranio de 0,2 a 0,4%. La certificación del contenido de esos patrones se basó en análisis efectuados en diversos laboratorios nacionales. Recientemente, y a fin de atender la demanda de patrones de minerales de ley más baja, se sumaron a dichos patrones otros dos más con concentraciones de uranio comprendidas en el intervalo de 0,01 a 0,05%. Por otra parte, la Sección de Hidrología Isotópica preparó dos patrones de agua para determinaciones de las razones isotópicas. Las razones isotópicas del oxígeno y el hidrógeno fueron objeto de una intercomparación llevada a cabo por 25 laboratorios, y actualmente pueden obtenerse del OIEA, en Viena, tanto esos patrones como otros dos patrones más antiguos que en el pasado distribuía el National Bureau of Standards de los Estados Unidos.

#### ACTIVIDADES EN LAS ESFERAS NUCLEAR E ISOTOPICA

Los resultados de la labor efectuada por el Organismo en materia de control de calidad en las esferas nuclear e isotópica ponen de manifiesto que la situación en dichas esferas es, desde el punto de vista cualitativo, análoga a la planteada en otros campos de actividad. Ahora bien, desde el punto de vista cuantitativo, dicha situación podría muy bien ser peor toda vez que el número de laboratorios que pasa a participar en el programa y carecen de suficiente experiencia es relativamente mayor en el terreno de las técnicas nucleares que en el de la química tradicional. Para demostrarlo, bastarán unos pocos ejemplos tomados de entre los numerosos resultados de intercomparaciones que el Organismo ha acopiado, evaluado y, en ocasiones, publicado en el transcurso de los últimos años (4-9).

El primer ejemplo corresponde a dos intercomparaciones de los resultados de análisis de diversos radionúclidos depositados en filtros de aire, intercomparaciones que se llevaron a cabo a petición de la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación de la OMM (1). En la primera intercomparación, efectuada en 1968-1969, se utilizaron seis radionúclidos —  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Ce}$  y  $^{239}\text{Pu}$  — con actividades comprendidas entre 10 pCi y 1 nCi. De los diez laboratorios participantes, no se recibió resultado alguno respecto del  $^{55}\text{Fe}$ . La mayoría de los resultados recibidos respecto de los demás núclidos no indicaron ninguna divergencia desusada y sus valores medios globales no se apartaron demasiado del valor real de la sustancia radiactiva añadida, si bien únicamente tres de los diez laboratorios comunicaron resultados relativos al  $^{239}\text{Pu}$  y solamente cuatro lo hicieron respecto del  $^{144}\text{Ce}$ . De los 31 valores promedios recibidos para la totalidad de los núclidos considerados en su conjunto, fue preciso descartar cinco por encontrarse fuera del intervalo previsto.

En 1972 se organizó una intercomparación análoga. No cabe establecer una comparación estricta entre las dos intercomparaciones, toda vez que en la segunda de ellas el  $^{144}\text{Ce}$  fue sustituido por el  $^{106}\text{Ru}$  y el nivel de actividad correspondiente a todos los núclidos era considerablemente más alto que en la primera intercomparación (la segunda

estaba orientada principalmente a la labor de análisis en situaciones de emergencia). No obstante, la participación en la segunda intercomparación fue mucho más nutrida que en la primera (20 laboratorios en lugar de 10) y el número de valores promedios recibidos de los laboratorios fue de 84, basados en 729 mediciones individuales. Los trabajos del Organismo se extienden no solamente a los materiales radiactivos sino también a aquellos materiales para cuyo análisis puede recurrirse con ventaja al empleo de métodos radioquímicos y nucleares (10). A este tipo de trabajos corresponden las determinaciones del mercurio presente en el medio ambiente.

En los últimos años, la contaminación por el mercurio procedente del empleo de este elemento en la industria y la agricultura ha sido motivo de preocupación y son muchos los laboratorios que han empezado a analizarlo en muestras del medio ambiente. Las concentraciones estudiadas figuran en el intervalo comprendido entre una y cien partes por mil millones, y para este intervalo de concentraciones bajas la gran sensibilidad del análisis por activación neutrónica aplicado al caso del mercurio ha hecho que este método sea uno de los preferidos. A fin de ayudar a los laboratorios a controlar la fiabilidad de los resultados de su labor y, al mismo tiempo, evaluar la situación general en cuanto a la realización de trabajos de análisis de este tipo, el Organismo distribuyó nueve muestras distintas con concentraciones diferentes de mercurio ambiental (11 y 12). Los resultados de estas nueve intercomparaciones distintas pusieron de manifiesto que aproximadamente una tercer parte de los 407 valores individuales (92 valores promedios recibidos de los laboratorios) habían de excluirse por resultar excesivamente erróneos. Los restantes resultados ofrecieron desviaciones típicas que oscilaban entre el 23 y el 65% respecto del valor promedio. Una evaluación efectuada por separado de los resultados según los métodos de análisis empleados no puso de manifiesto diferencia alguna en cuestión de eficacia entre el análisis por activación neutrónica, que fue utilizado por dos terceras partes de los laboratorios participantes, y el análisis por absorción atómica, método empleado por la mayoría de los demás.

De las recomendaciones formuladas en las diversas reuniones de consultores y de grupos de expertos organizadas en los últimos años, y de los resultados de las intercomparaciones llevadas a cabo, puede apreciarse que los planes futuros para el programa de control de calidad en materia de análisis del OIEA son resultado de un estudio a fondo de las necesidades de los Estados Miembros en diversas esferas de actividad en las que la química analítica interviene como denominador común de primordial importancia. El OIEA acogerá con satisfacción cualesquiera observaciones o preguntas que se le formulen en relación con este programa. Si se desean más detalles, pídanse a:

Analytical Quality Control Services  
OIEA, Apartado de correos 590  
A-1011 Viena (Austria)

## REFERENCIAS

1. SUSCHNY, O., en « Observation and Measurement of Atmospheric Pollution », OMS (en prensa).
2. MERTEN, D. y TUGSAVUL, A., en « Nuclear Techniques for Studying Pesticide Residue Problems », págs. 39-41, OIEA, Viena (1970).
3. SUSCHNY, O., HEINONEN, J., MERTON, D., SMEETS, J., AMAVIS, R. y BONINI, A.,: « Rapid determination of radionuclides in milk. Results of an intercomparison organized by the IAEA and CEC », EUR 4965e (1973).
4. « IAEA Laboratory Activities », Informes segundo a séptimo, Colección de Informes Técnicos del OIEA, Núms. 41, 55, 77, 90, 98 y 103, Viena (1964-1970).
5. BERGERHOFF, G., FERRARIS, M.M. y MERTEN, D., en Z. anal. Chem., 222, págs. 137-143 (1966).
6. MERTEN, D. y WORTLEY, G., en « The Determination of Radionuclides in Materials of Biological Origin », AERE-R 5474, págs. 190-196 (1967).
7. MERTEN, D. y WORTLEY, G., en « Environmental Contamination by Radioactive Materials », págs. 477-485, OIEA, Viena (1969).
8. MERTEN, D. y TUGSAVUL, A., en « Nuclear Techniques for Studying Pesticide Residue Problems », págs. 39-41, OIEA, Viena (1970).
9. TUGSAVUL, A., MERTEN, D. y SUSCHNY, O.: « The reliability of low-level radiochemical analysis. Results of intercomparisons organized by the Agency during the period 1966-1969 », OIEA (1970).
10. HEINONEN, J. y SUSCHNY, D., en « Nuclear Activation Techniques in the Life Sciences », págs. 155-173, OIEA, Viena (1972).
11. HEINONEN, J., MERTEN, D. y SUSCHNY, O., en « Mercury Contamination in Man and His Environment », Colección de Informes Técnicos del OIEA, N° 137, págs. 137-141, Viena (1972).
12. SUSCHNY, O. y HEINONEN, J., en Journal of Radioanalytical Chem. (en prensa).