

## ***ANALISIS ULTRAESTRUCTURALES DE TEJIDOS HUMANOS MOMIFICADOS. CASO DE LA MOMIA DEL MUSEO ARQUIDIOCESANO DE MERIDA, VENEZUELA***

*Ernesto Palacios Prü*  
*Centro de Microscopía Electrónica.*  
*Universidad de los Andes, Mérida.*

El 16 de Mayo de 1991 nos fue solicitado estudiar ultra-estructuralmente muestras provenientes de la Momia que se encuentra bajo custodia del Museo Arquidiocesano de Mérida. El 08 de junio del mismo año, procedimos a iniciar el análisis microscópico y la terna de muestras de diversos tejidos de esta momia.

La información más detallada que se tiene de esta Momia es la proporcionada por el Presbítero Guillermo Parra, escrita el 13 de Junio de 1924 ( *Parra, Guillermo Pbro. "La Momia"*. Imprenta Arquidiocesana de Mérida. 1922). El Presbítero Héctor Morales informó por escrito al Obispo de Mérida, Monseñor Silva, sobre la existencia de un "*Cadáver incorrupto*" en una ladera del cerro el Feo, cercana a la Aldea la Ovejera en el Estado Mérida, Venezuela. Posteriormente, en la segunda mitad del año 1923, la momia fue trasladada al Museo Arquidiocesano de la ciudad de Mérida.

Sobre esta momia existen algunas descripciones más recientes como el informe presentado por la Encargada del Museo Arquidiocesano de Mérida (Peña, Judith, "*La Momia. Historia del Hallazgo y Estudios Realizados*". Mimeografía. 1990. pp. 1-6) y la descripción realizada por *Berrizbeitia, Emily L.*, ("*Momias de Venezuela*". *Natura*, Número 92, 1991. pp.9-15).

### ***El Objetivo del presente estudio fue:***

***I.*** Contribuir con el Museo Arquidiocesano de Mérida y con el Museo Arqueológico "*Gonzalo Ricón Gutiérrez*" de la Universidad de los Andes, en el acopio de información sobre este cuerpo humano conservado, no sólo en sus partes óseas sino también en un importante porcentaje de sus partes blandas.

2. Determinar, hasta donde fuese posible, si la conservación del cadáver fue el producto de la intervención humana o de algún proceso natural que produjo tal conservación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. ANÁLISIS MACROSCÓPICO**

Se realizó un minucioso análisis macroscópico de partes blandas, óseas y dentales de la momia. En este análisis se tomaron en consideración longitudes y diámetros óseos, textura y características anatómicas de integumentos y vísceras, así como de malformaciones o alteraciones de las mismas, conservación o alteración de las piezas dentales, presencia, ausencias y características de elementos pilosos en el cuero cabelludo y en el resto del cuerpo.

Finalizando el examen macroscópico se procedió a tomar muestras de tejidos tales como: piel del antebrazo izquierdo, músculos de la región lateral del muslo derecho y de la musculatura paravertebral del cuello, tejidos seroso y pulmonar de la cavidad torácica y tejidos vascular y tendinoso de la cara anterior del antebrazo izquierdo. Finalmente se tomaron fragmentos de los textiles que se encontraron asociados a la momia.

### **2. ANÁLISIS MICROSCÓPICO**

Todos los fragmentos extraídos, de un tamaño no mayor de 1 milímetro, fueron rehidratados y fijados en una mezcla compuesta de formaldehídos 3% diluídos en tampón cacodilato 0,1 molar, con pH final 6,3 (Palacios - Prü, E.L., Mendoza, R.V. "*An unusual relationship betwer glial cell and neuronal dentrites in olfactory bulbs of Desmodus Rotundus*". *Brain Research*, Vol.36. 1972. pp.204-208). Despues de 24 horas, los fragmentos fueron lavados en el tampón descrito y luego transferidos a una solución de tetraóxido de osmio al 1% preparado en igual tampón. En esta solución postfijadora se dejaron por 24 horas más. Finalizando este periodo, los fragmentos fueron deshidratados en soluciones ascedentes de alcohol etílico ( 30%, 50%, 80% y 100%) y óxido de propileno puro, para ser luego incluidos en Epon 812.

Se hicieron cortes gruesos, de 1 micra de espesor, los cuales fueron coloreados con azur II y para - fenilendiamina y observados en un microscopio de luz Polyvar Reichert- Jung. Para el análisis ultraestructural se realizaron cortes finos, de 9 nanómetros de espesor, que fueron contrastados con acetato de uranilo ( Watson, M. L. "Staining of tissue sections for electron microscopy with heavy metals". Journal Biophysical, Biochemycal and Cytology. Vol. 4. 1958. pp. 475-478) y citrato de plomo ( Reynolds, E. "The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain electron microscopy". Journal Cell Biology. Vol.17.1963. pp. 208-212). Las observaciones ultraestructurales se efectuaron en un microscopio electrónico Hitachi H-500.

Las muestras textiles fueron procesadas de idéntica manera.

### ***OBSERVACIONES.***

La rehidratación de los tejidos no fue satisfactoria, por esta razón la penetración de la resina epoxídica, Epon 812, tampoco se efectuó apropiadamente, por lo cual la obtención de los cortes no fue fácil y la observación de material con microscopio de luz fue infructuosa por el alto grado de compactación tisular que impidió, además, la coloración diferencial de los componentes tisulares. En algunos fragmentos incubados previamente en soluciones acuosas hipotónicas, tampoco se logró la distensión de los tejidos, por el contrario aumentó su fragilidad y la confección de los cortes se hizo aun más difícil. Sin embargo, los cortes finos para microscopía electrónica obtenidos utilizando el procedimiento descrito en Materiales y Métodos, permitieron observar las características fundamentales de los tejidos examinados.

En los tejidos estudiados los componentes del histoesqueleto, como las fibras de colágeno, se visualizaron en un excelente grado de preservación. En la fig. 1 se aprecia un conjunto de fibras de colágeno pertenecientes a un pequeño fragmento de la dermis del antebrazo de la momia, donde se ve claramente la periodicidad normal de las fibras de colágeno. En los paquetes axónicos de esta misma región pudimos observar la existencia de axones mielinizados y no mielinizados, en los cuales se apreciaba claramente la organización laminar de la envoltura de mielina en los axones

mielinizados y la estructura trilaminar de la membrana celular de los axones amielínicos (Fig.2.).

La mayoría de los tejidos bajo estudio se observaron retraídos, siendo difícil apreciar organelas en el interior celular.

El citoplasma de las células se mostró condensado y lamelar en algunos casos, como el mostrado en la figura 3 ó condensado y homogéneo, como el que se observa en la fig. 4. El núcleo se pudo distinguir como una masa picnótica y homogénea, de electrondensidad diferente a la del citoplasma (Fig.3). Sin embargo, algunas células tenían el citoplasma de aspecto granuloso, como se aprecia en la figura 5, en el cual se ven prolongaciones de fibrocitos con numerosas granulaciones en su interior. Estas células alternan con heces de fibras de colágeno, como se observa en la figura antes descrita.

En la mayoría de los tejidos examinados se observaron estructuras semejantes a bacterias, como se ve en las figuras 5 y 6 indicadas con flechas. En la piel y en las cavidades torácica y abdominal se encontraron células fúngicas de gruesa pared celular (Fig. 4.).

Tanto en la superficie de los tejidos como en la profundidad de los mismos se encontraron estructuras de aspecto cristalino y heteromórficas, semejantes a elementos minerales propios del suelo. En la figura 7 se muestra una célula del tejido muscular con un citoplasma tan homogéneo que no permite ver las estructuras contráctiles. Sobre la superficie de esta célula se ven estructuras cristalinas adosadas de manera irregular. En la figura 8 se aprecian acúmulos de elementos cristalinos, localizados entre los fragmentos de fibra de colágeno cortadas transversalmente y pertenecientes a un tendón del antebrazo de la momia.

En la piel y en algunas regiones tisulares de las cavidades abdominales y torácicas, expuestas al medio ambiente, se pudo apreciar la presencia de un material amorfo no cristalino depositado sobre la superficie de las células (Fig. 9) que alterna con los depósitos del material cristalino antes descritos. Este tipo de depósito electrondenso no se observó en el interior de los tejidos. Sobre la superficie de las fibras del textil que se encontraron en los alrededores de la momia, también se pudo observar la presencia de

este tipo de depósito amorfo no cristalino, como se ilustra en la figura 10. Las fibras de textil tienen la apariencia de fibras de origen vegetal, por la presencia de una pared celular gruesa y con material semejante a la licnina (Fig. 10).

## **DISCUSION**

Los resultados obtenidos en el presente estudio permitieron algunas aproximaciones al o a los mecanismos que facilitaron la preservación de las partes blandas y duras del cadáver analizado. Por una parte, es necesario reconocer que el proceso de putrefacción se inició en los tejidos de la momia; sin embargo, este proceso no logró alcanzar la completa destrucción de los tejidos. Evidencias del proceso de putrefacción son la lisis celular, la picnosis nuclear y la observada invasión de microorganismos, como bacterias y hongos. La compactación de los tejidos, obviamente, se produjo por un proceso progresivo de deshidratación del cuerpo, que en algún momento paralizó el proceso de descomposición de los tejidos.

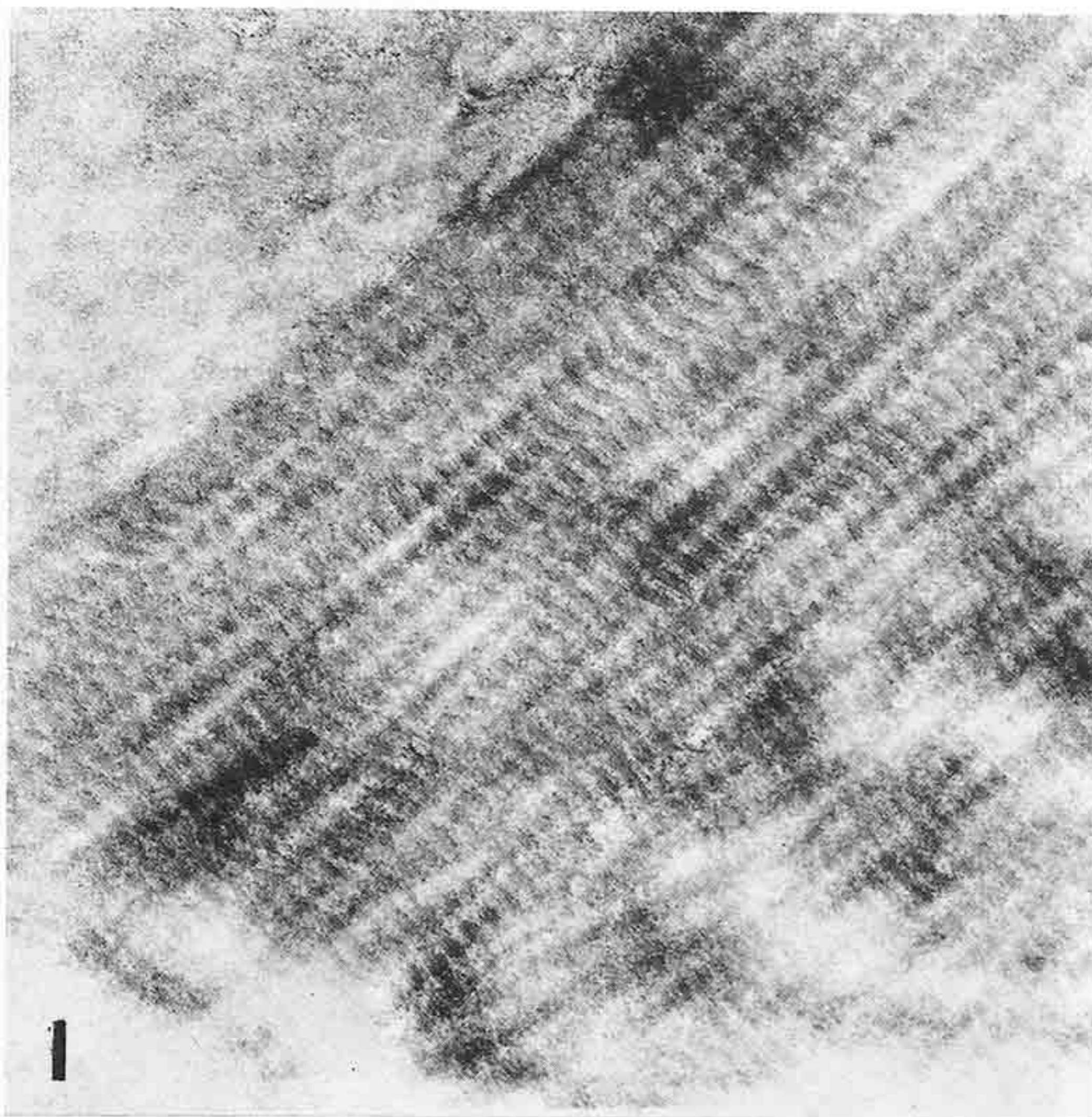
A la luz de estos resultados, debemos asumir que la degradación postmortem inicial, la ausencia de oxígeno y nutrientes y los efectos enzimáticos y putrefactivos, tuvieron lugar inmediatamente después de producirse la muerte. A este proceso siguió la invasión de los microorganismos encontrados. Sin embargo, estos microorganismos también fueron preservados y fosilizados a juzgar por el deterioro de su estructura celular. Consideramos que al proceso de fosilización y deshidratación contribuyeron varios factores, entre los cuales cabe destacar: El ambiente seco y templado predominante en el sitio donde se localizó el cadáver, lo cual debió haber contribuido a su desecamiento y la presencia de un material electrodensito amorfo semejante al carbón particulado, sobre la superficie de los textiles asociados al cadáver y a los tejidos expuestos como la piel, revela que este cadáver estuvo expuesto al hollín en repetidas ocasiones. No está dentro de las posibilidades de este estudio determinar el origen de este carbón, pero podemos asumir que pudo haberse generado a partir de dos fuentes: en primer lugar, no es extraño que en los actos funerarios, quienes procedieron a la colocación del cadáver en la gruta mortuoria, hubiesen encendido material combustible generador de humo durante algún tiempo y en segundo lugar, la zona seca en la cual se encuentra la gruta mortuoria hace suponer que los pastizales, propios de esas laderas, hubiesen sido incen-

diados, espontánea o voluntariamente, en varias oportunidades, especialmente en períodos secos, ocasionando la acumulación del humo en estas grutas.

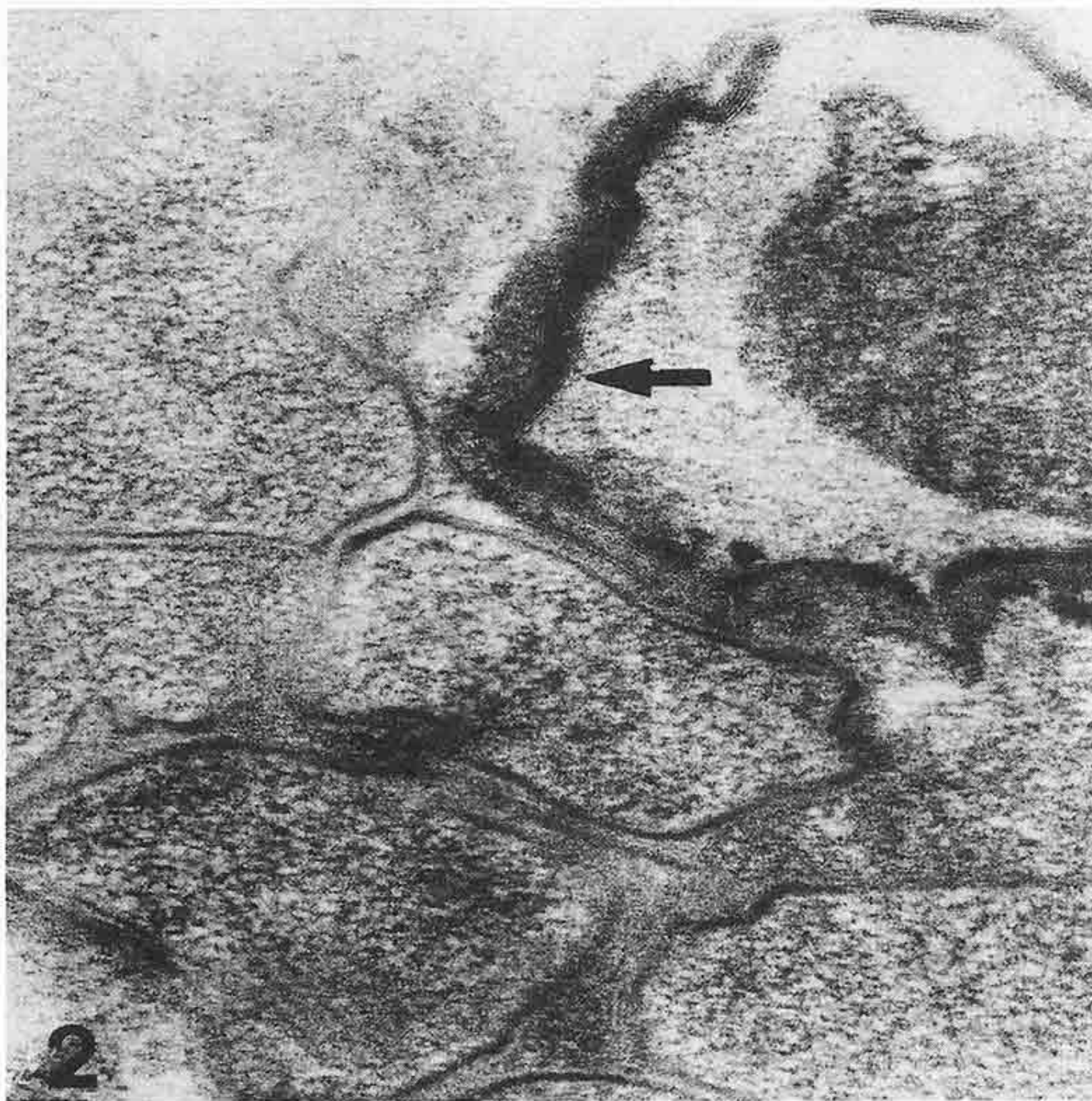
Es necesario, además, resaltar que este cadáver fue mineralizado, a juzgar por la abundante cantidad de estructuras minerales tales como las microcaolinitas y micáceos observados. Algunas de estas estructuras corresponden a precipitados de sales de magnesio y calcio, por su electrodensidad y aspecto cristalino. Esta cristalización ocurrió no tan sólo en la superficie del cadáver sino que llegó hasta la profundidad de los tejidos, pues pudo demostrarse hasta en los espacios intercelulares de tejidos compactos, como el tendinoso. Es obvio el suponer que esta mineralización contribuyó al desecamiento, conservación y fosilización del cuerpo de esta momia.

En relación a la manera de producirse la infiltración mineral del cadáver, sólo podemos adelantar algunas conjeturas. No es difícil imaginar que durante los períodos pluviales, las escurrentias propias de estas laderas produjeron enterramientos parciales del cadáver, por inundación de la gruta mortuoria y que el mismo haya estado sometido a un medio acuoso con el alto contenido de los minerales encontrados en los tejidos. De producirse este proceso en repetidas ocasiones a lo largo del tiempo, se comprende que el cadáver fuese infiltrado por estos minerales. Es necesario señalar que los procesos de putrefacción inicial pudieron haber producido rupturas de la integridad de la piel y de los tejidos subcutáneo y muscular y en las cavidades torácicas y abdominal, las cuales facilitaron la mineralización y el ahumamiento de las superficies de los tejidos internos, favoreciendo de esa manera el proceso de fosilización del cadáver.

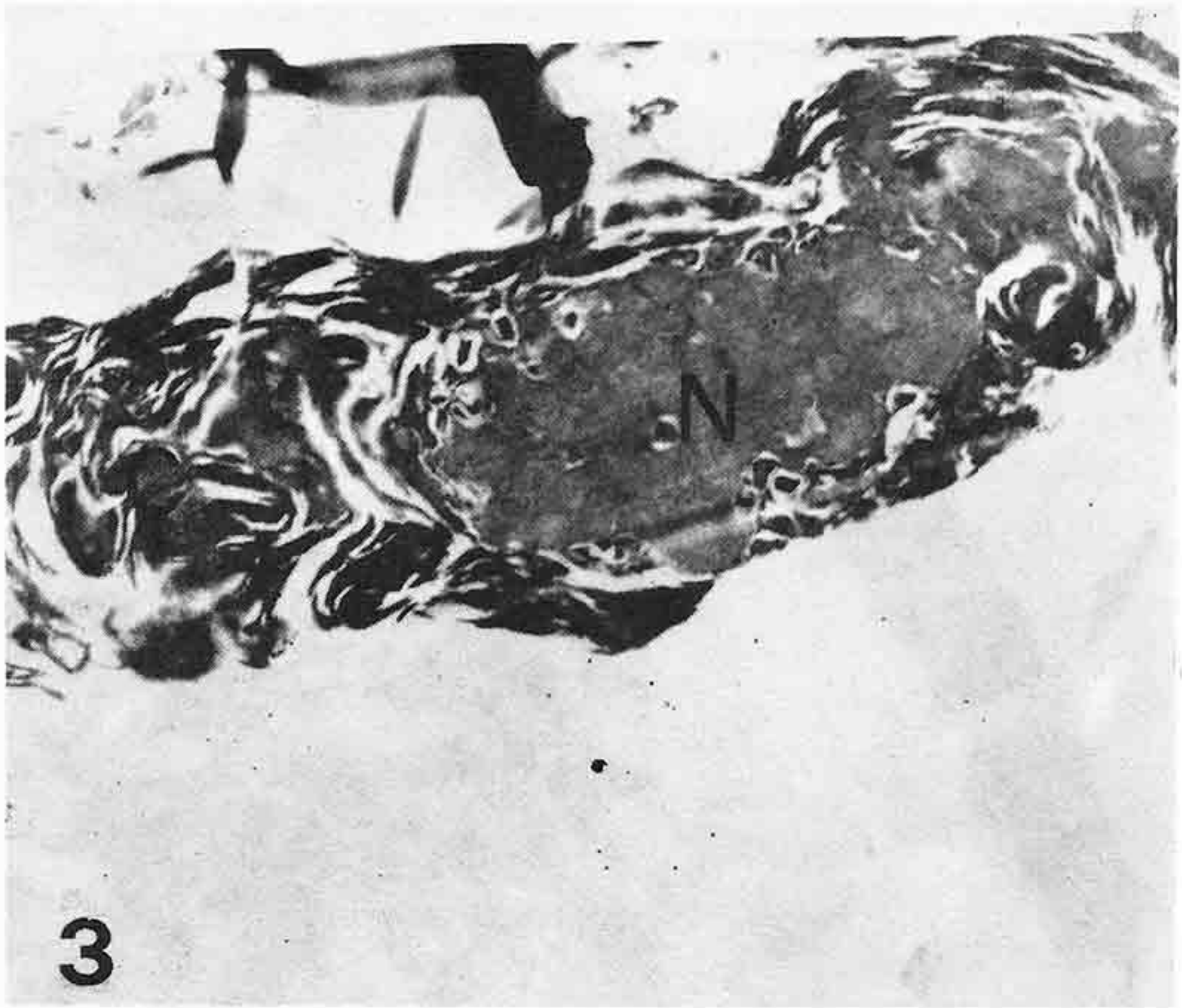
Finalmente es necesario agregar que los textiles asociados a la momia fueron confeccionados con fibras de origen vegetal, como las existentes en los tallos de plantas como las malvaceas o en las hojas del sisal, semejantes a las utilizadas en la actualidad para la confección de tejidos y cuerdas.



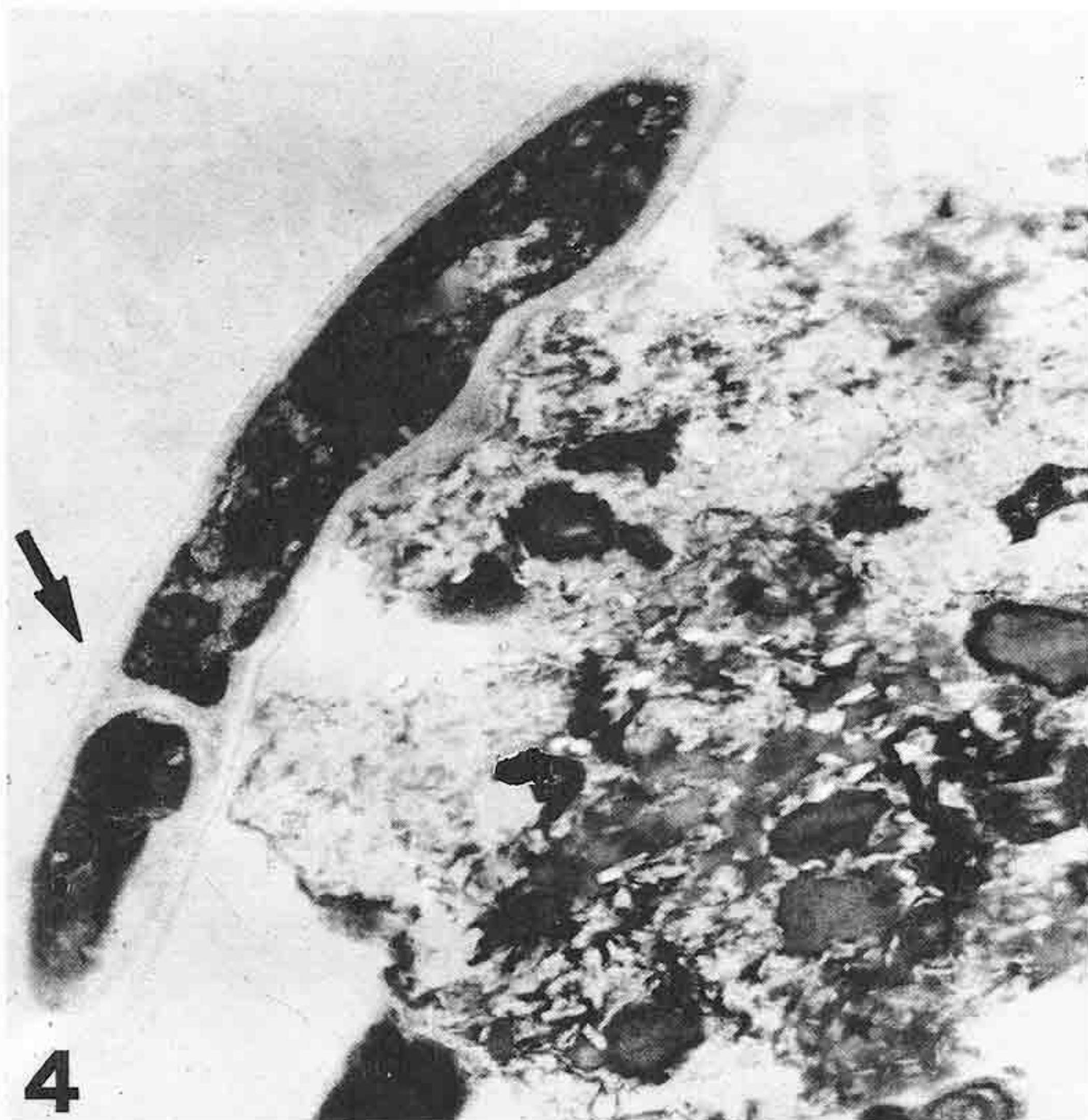
**FIGURA 1:** Fragmento de tejido dérmico del antebrazo de la momia, en el cual pueden apreciarse, a gran aumento, fibras de colágeno con sus bandas características. 80.000x.



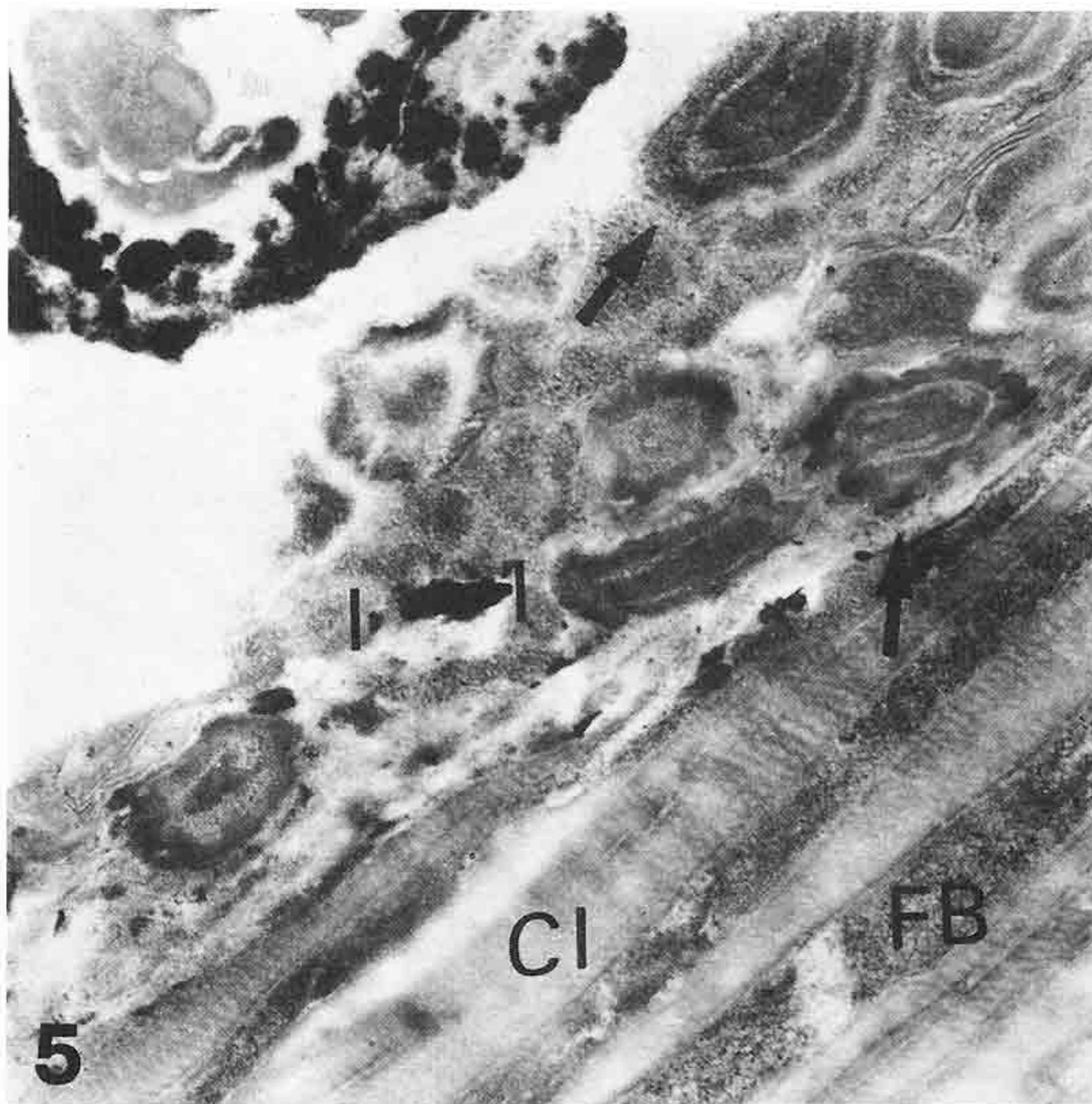
**FIGURA 2:** Conjunto de anexos encontrados en la dermis del antebrazo de la momia. Se observaron axones no mielinizados (Ax1) y axones mielinizados (Ax2). La flecha indica las láminas de la mielina que rodean al axón mielinizado. Nótese que a pesar de la degradación del axoplama, se mantiene la estructura laminar de la membrana y de la mielina 60.000 x.



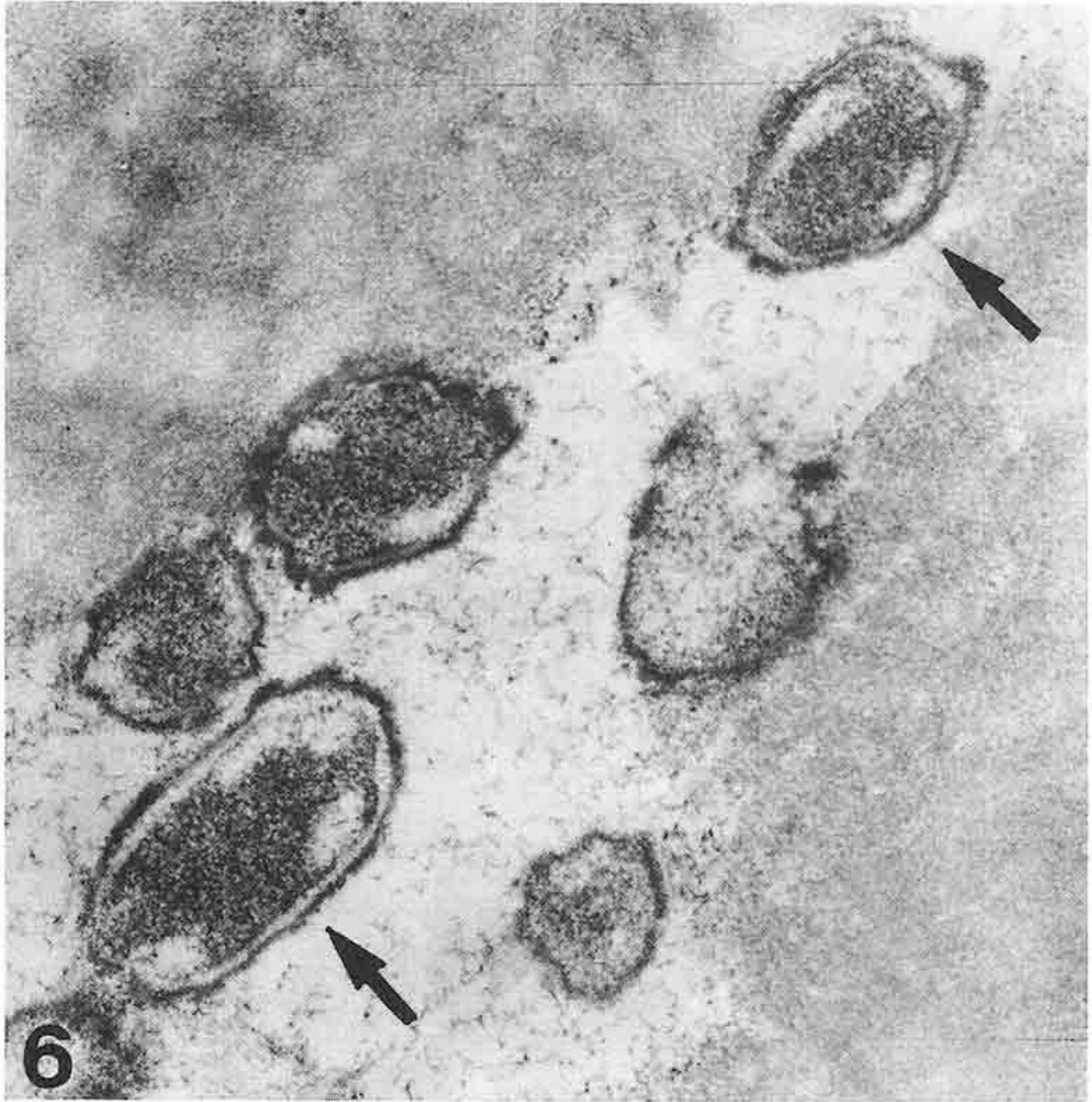
**FIGURA 3:** Célula de la superficie de un fragmento de serosa extraída de la cavidad torácica de la momia. La zona central (N) corresponde al núcleo. El citoplasma (C), se observa retraído y de aspecto membranoso. 22.000 x.



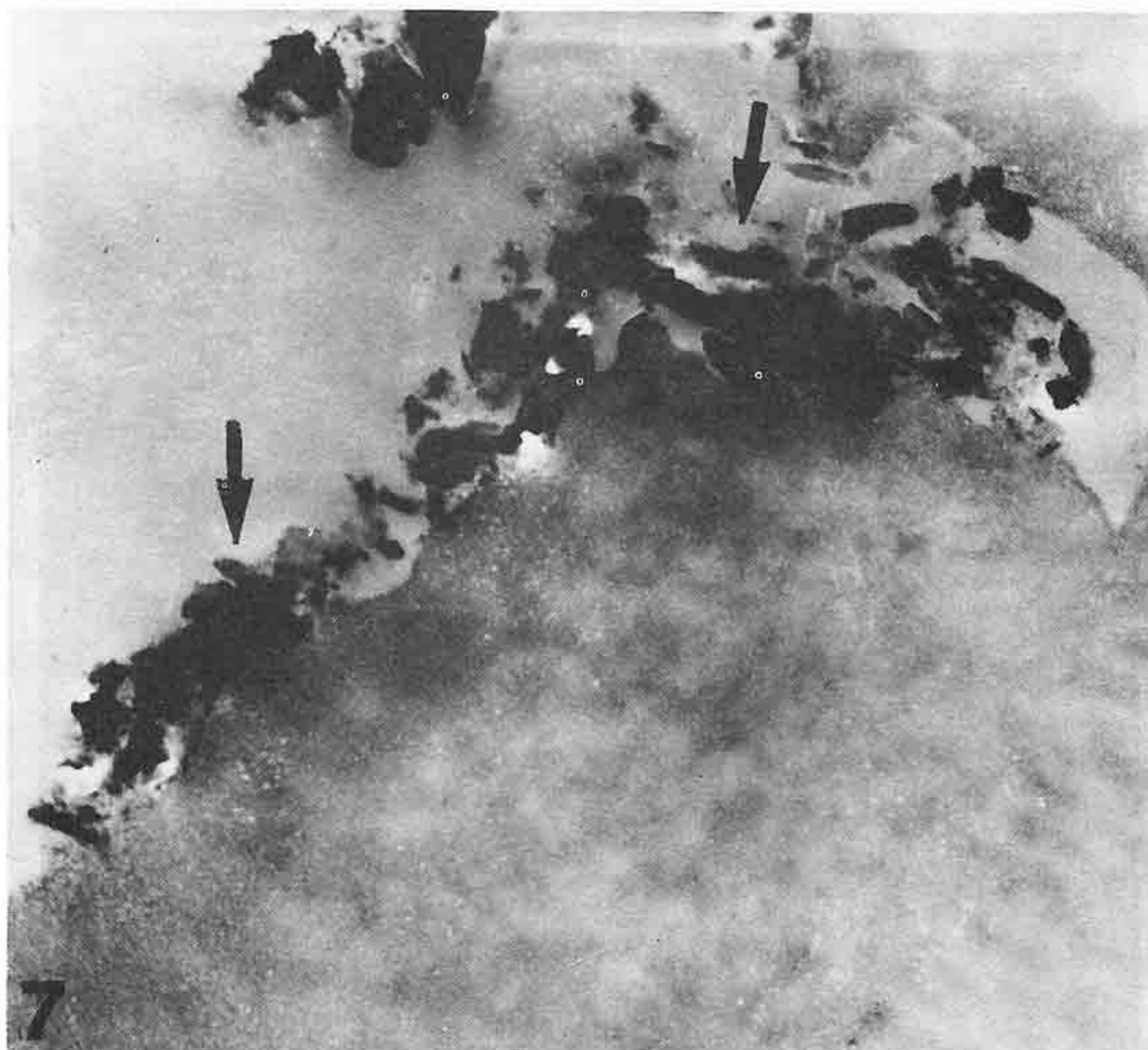
**FIGURA 4:** En el interior de la cavidad torácica y en algunos tejidos expuestos, se pudieron visualizar talos de hongos, ascomicetos, con pared celular muy gruesa. La flecha muestra el tabique intercelular. Estas células están adosadas a una célula de tejido pulmonar.  
25.000 x.



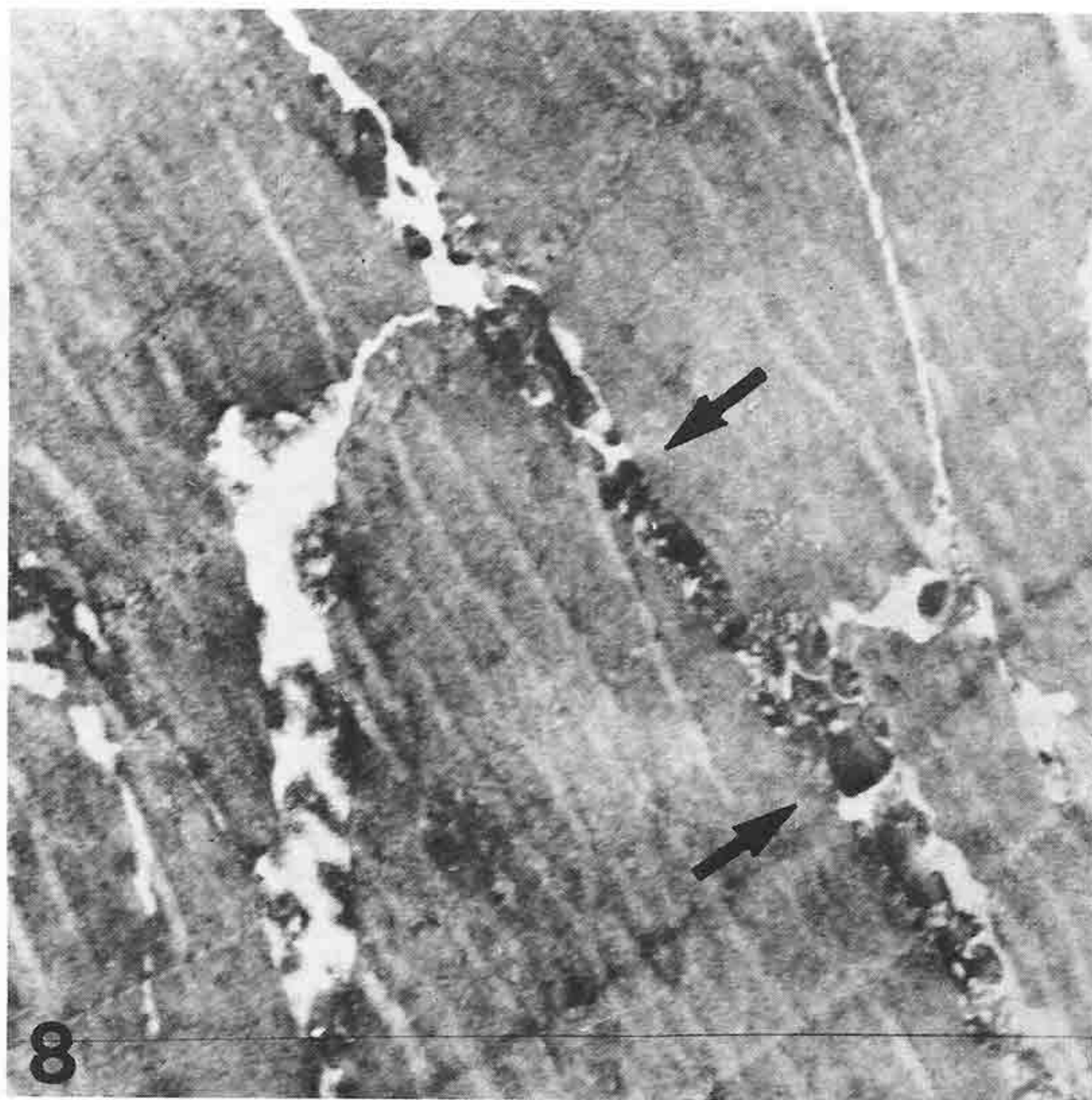
**FIGURA 5:** Segmento del tejido muscular del antebrazo, donde se observa un conjunto de bacterias fosilizadas (flechas) y estructuras minerales (barras) asociadas a células fibrocíticas (Fb), que alternan con heces de fibras de colágeno (ci). 37.000 x.



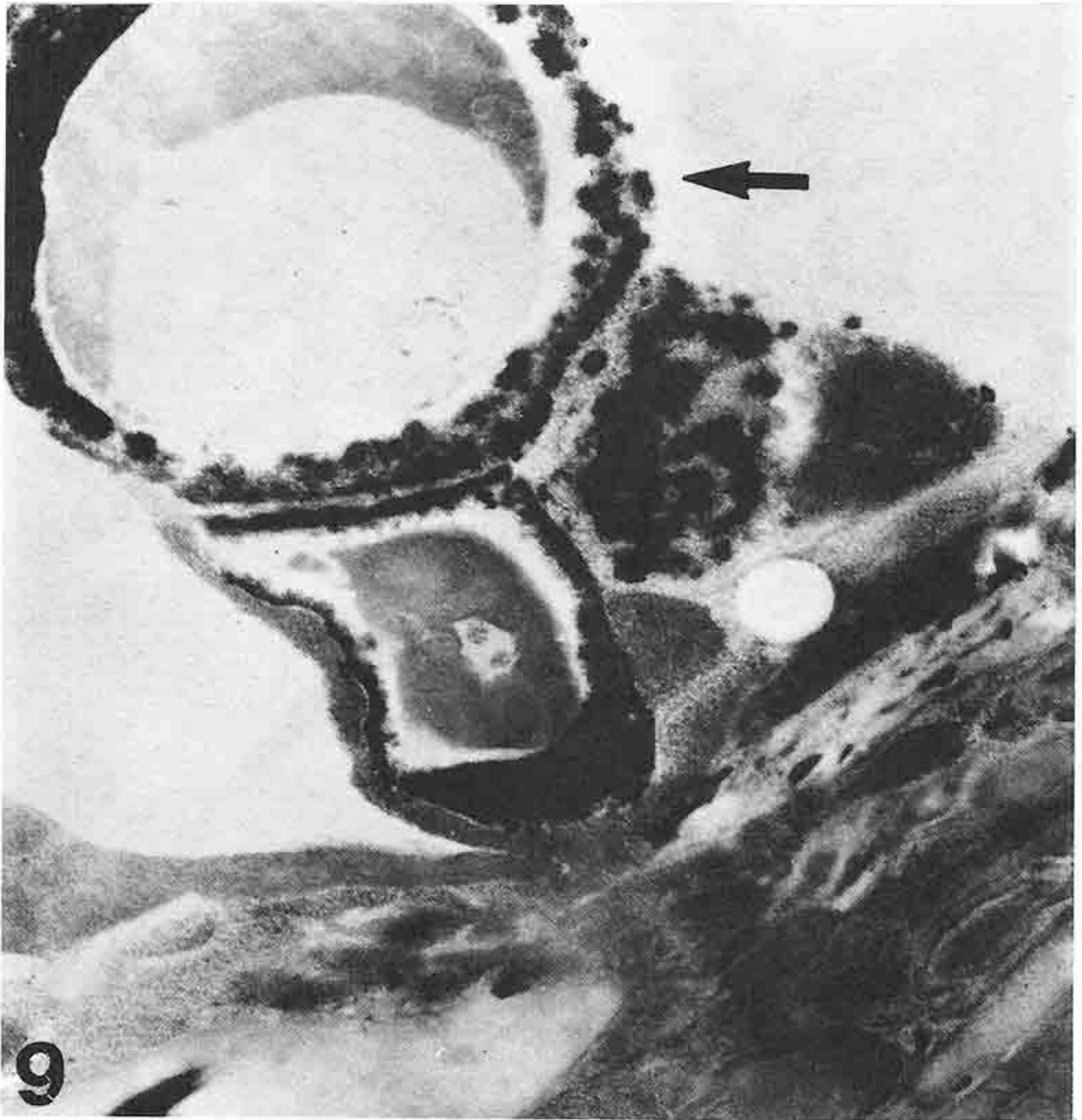
**FIGURA 6:** En las regiones profundas de los tejidos estudiados, se pudo observar la presencia de células bacterianas (flechas), ubicadas en zonas de lisis celular. Esta sección corresponde al tejido muscular paravertebral de la momia. 50.000 x.



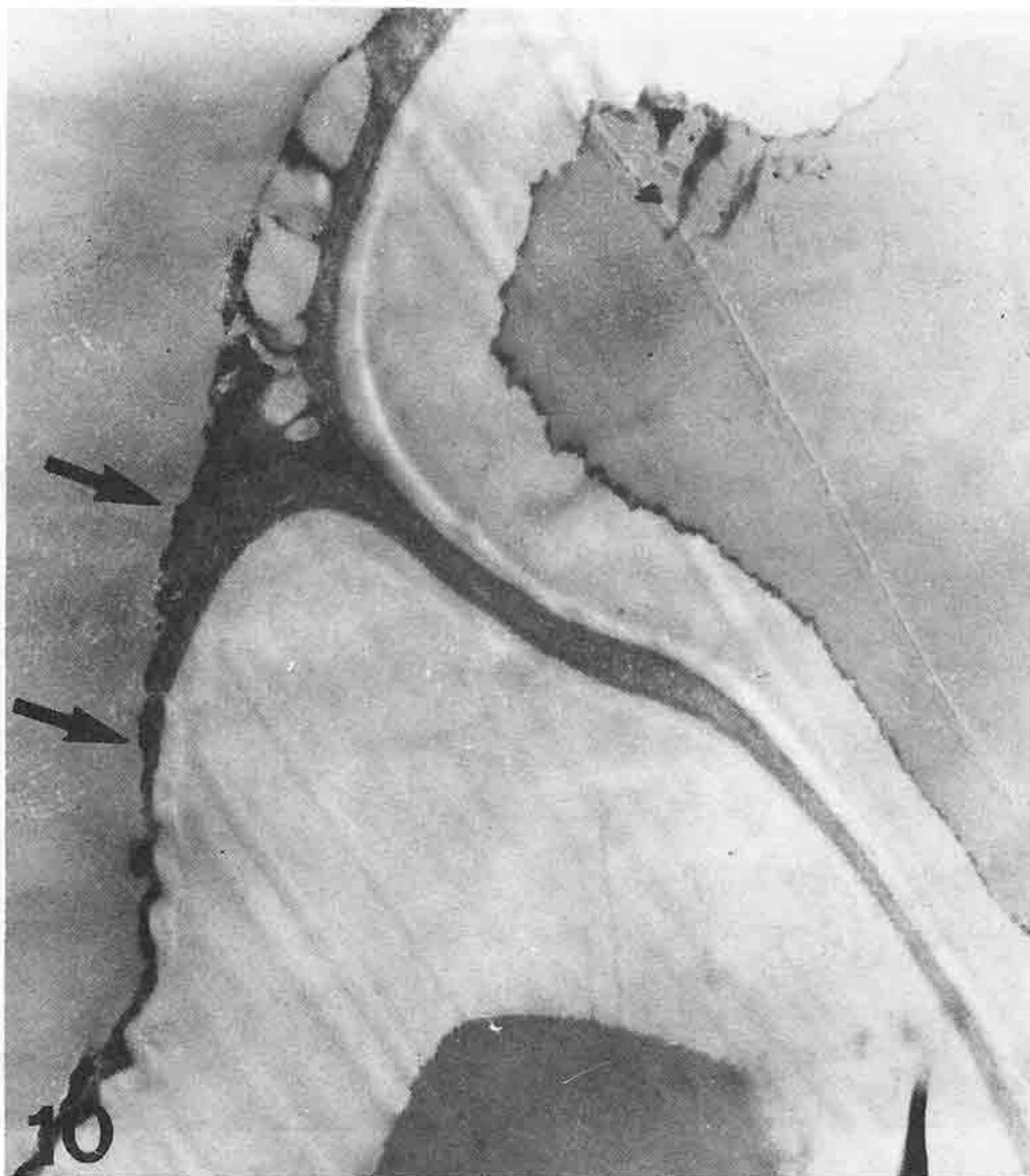
**FIGURA 7:** Sobre la superficie de algunos tejidos expuestos se encontró abundante material mineral como microcaolinitas y micáceos (flechas), tal como se ilustra en esta fotografía. Esta imagen corresponde a la superficie de células musculares provenientes del antebrazo izquierdo de la momia. Nótese la ausencia de estructuras contráctiles. 30.000 x.



**FIGURA 8:** En esta imagen correspondiente al interior de un tendón del antebrazo de la momia, se puede apreciar la existencia de material mineral (flechas), en los espacios dejados por los haces de fibras de colágeno. 22.000 x.



**FIGURA 9:** En algunas regiones en contacto con el ambiente se comprobó la existencia de un material electrodensito semejante a las partículas de carbón (hollín), como se observa sobre la superficie desgarrada de un músculo del antebrazo de la momia. La flecha indica las partículas de carbón sobre un capilar del tejido muscular 35.000 x.



**FIGURA 10:** Fibras del textil (ft) asociado a la momia, que revelan la naturaleza vegetal, por la existencia de una gruesa capa de licnina que rodea la antigua cavidad celular, Nótese la existencia de partículas de carbón (flechas) adheridas a la misma. 22.000 x.

### RESUMEN

Después de un análisis macroscópico de partes blandas, óseas y dentales de la momia del Museo Arquidiocesano de Mérida (Venezuela) se realizó un estudio microscópico de muestras de tejidos de varias partes del cuerpo de la misma, y de textiles asociados, con microscopio electrónico Hitachi H-500. Los resultados obtenidos permitieron algunas aproximaciones al o a los mecanismos que facilitaron la preservación de las partes blandas y duras del cadáver, encontrándose evidencias de un inicio de putrefacción que luego se paralizó, los microorganismos engendrados, habiéndose también preservado y fosilizado. Se discuten algunas conjeturas acerca de la infiltración mineral del cadáver y del ahumamiento de las superficies de sus tejidos internos.

*Palabras-claves:* Microscopía electrónica, momia, mineralización, ahumamiento.

### ABSTRACT

After a macroscopic analysis of the soft parts, bones and teeth of the mummy in the Archdiocesan Museum of Merida (Venezuela), tissue from various parts of the body and textiles connected with it were examined using a Hitachi 500 electronic microscope. The results make possible some conjectures as to the mechanism (s) that preserved the soft and hard parts of the cadaver, with evidence that putrefaction had begun, but then stopped, since microorganisms were likewise preserved and fossilized. There is some discussion with regard to mineral infiltration in the body and smoking of the surfaces of internal tissue.

*Key words:* Electronic microscopy, mummy, mineralization, smoking.