

Carapacho de la langosta. Estudio de su morfología

D. PAUL, E. RAMÍREZ, E I. SAUER

Institutos de Química de los Polímeros de la Academia de Ciencias de la RDA y de Química y Biología Experimental de la Academia de Ciencias de Cuba

Recibido: 15 de abril de 1982

Recibido: 3 de septiembre de 1982

ABSTRACT. In a study of the spiny lobster's moulting cycle, it was determined the exoskeleton's morphology. By means of the scanning electron microscopy method, it has been investigated the exoskeleton of *Panulirus argus* (Latreille 1804) from Batabanó golf of Cuba in the intermoulting stage. It was determined that the interior structure is composed by layers and different elements with a high regularity. Another aim of this work was to obtain an information about the distribution of the calcium element in the exoskeleton.

RESUMEN. En un estudio del ciclo de muda de la langosta se determinó la morfología del carapacho. Usando el método de la microscopía electrónica de barrido se ha investigado el carapacho de un animal *Panulirus argus* (Latreille 1804) del golfo de Batabanó de Cuba en el estado de intermuda. Se determinó que la estructura interior está constituida por capas y distintos elementos con una alta regularidad. Otro objetivo de este trabajo fue obtener una información acerca de la distribución del elemento calcio en el carapacho.

INTRODUCCION

La quitina ha despertado un gran interés en el campo de la medicina por su constitución química muy similar a la del mucopolisacárido heparín. La materia prima más importante para aislar quitina es el carapacho de la langosta *Panulirus argus* (Latreille 1804) que se encuentra en el golfo de Batabanó.

Travis^{1,2} ha investigado profundamente el ciclo de muda de la langosta desde el punto de vista de las transformaciones hepatopáncreas. Haciendo uso de la microscopía óptica se conoce la estructura en capas que presenta el animal en el ciclo de muda³. Brine y Austin⁴ han alcanzado

algunos logros en la explicación de la estructura de crustáceos aplicando la microscopía electrónica de barrido en la investigación de cangrejos.

La tarea de nuestra investigación ha sido el aprovechar la alta resolución y la excelente profundidad de campo que nos brinda el microscopio electrónico de barrido para profundizar en el conocimiento de la estructura fina del carapacho de la langosta. Al mismo tiempo se ha determinado por medio de la aplicación del análisis dispersivo de rayos X la distribución del elemento calcio en el carapacho.

MATERIALES Y METODOS

Como materia prima usamos el carapacho de una langosta *Panulirus argus* del golfo de Batabanó de Cuba cuyo grosor era de 10 cm. Este fue separado después de alcanzar su completa dureza, la cual corresponde a un estado de intermuda en el ciclo de muda.

Para la investigación de su morfología hicimos cortes transversales en la parte superior y lateral del mismo. La superficie de los cortes fue observada después de una evaporación con oro⁵ en un microscopio electrónico de barrido del tipo TESLA BS 300 a 15 KV. La distribución del calcio fue determinada por un microscopio electrónico de barrido del tipo JEOL JSU 3 al cual se le acopló un equipo EDAX para analizar la energía de dispersión de los rayos X⁶.

El volumen de la porosidad se calculó por medio de la introducción de mercurio⁷ desde una presión de 1 hasta 1000 kp/cm².

RESULTADOS Y DISCUSION

El ciclo de muda de la langosta con una duración de cerca de 65 días se puede dividir en 5 fases:

- a. Inmediatamente después de la muda del carapacho viejo (postmuda); formación de una membrana suave, duración de cerca de un día.
- b. Tiempo de dureza preliminar (postmuda tardía); el animal no se alimenta, duración de cerca de 6 días.

- c. Endurecimiento o mineralización del carapacho completo (intermuda); el animal se alimenta, crecimiento del tamaño, el carapacho está completamente desarrollado, duración de cerca de 44 días.
- d. Formación del nuevo carapacho (premuda); esta formación es dependiente de las hormonas, duración de cerca de 14 días.
- e. Muda propiamente dicha; duración efímera.

El carapacho completamente desarrollado (entre 28 y 35 días) consta de la siguiente estructura en capas: cutícula exterior, tejido medio y cutícula interior.

La Fig. 1 muestra en un corte transversal lateral la morfología del carapacho de la langosta *Panulirus argus* en la fase de intermuda. La lámina más externa cerca de la superficie (epicutícula) aparece sin estructura. La endocutícula exterior también se presenta relativamente densa y sin estructura en la parte que está cerca de la epicutícula, la cual contiene los portadores del pigmento. Aparte de esa estructura podemos discriminar la lámina principal (zona calcificada), la cual se encuentra laminada hasta la membrana basal, una lámina no calcificada que da fin a la cutícula exterior. Esas cuatro láminas de la cutícula exterior presentan distintos tamaños en dependencia del lugar de extracción en el carapacho, según se muestra en la Tabla I.

TABLA I

Tamaño de las láminas de la cutícula exterior

Epicutícula Exterior	tamaño de la	tamaño en la parte	tamaño por la
	parte lateral del carapacho (μm)	superior del carapacho (μm)	literatura ¹ (μm)
	20	50	11
endocutícula exterior	200-300	200-350	200
parte pigmentada	60-80	100-150	—
lámina principal	500-600	550-700	—
membrana basal	40	50	90



Fig. 1. Corte transversal lateral del carapacho

La cutícula exterior como se presenta en la Fig. 1, se continúa en la dirección del exterior por el tejido medio así como la cutícula interior.

El volumen de los poros en el campo lateral del carapacho es de $0.306 \text{ cm}^3/\text{g}$ y en la parte superior $0.285 \text{ cm}^3/\text{g}$ para poros con un diámetro de $0,76$ hasta $13,15 \text{ }\mu\text{m}$. Eso muestra que la construcción estructural

del carapacho en el campo lateral es un poco más esponjosa pero es menor en su tamaño.

Principalmente no podemos excluir modificaciones en su morfología como se muestra en la Fig. 2 con la visibilidad de cavernas que varían la estructura.

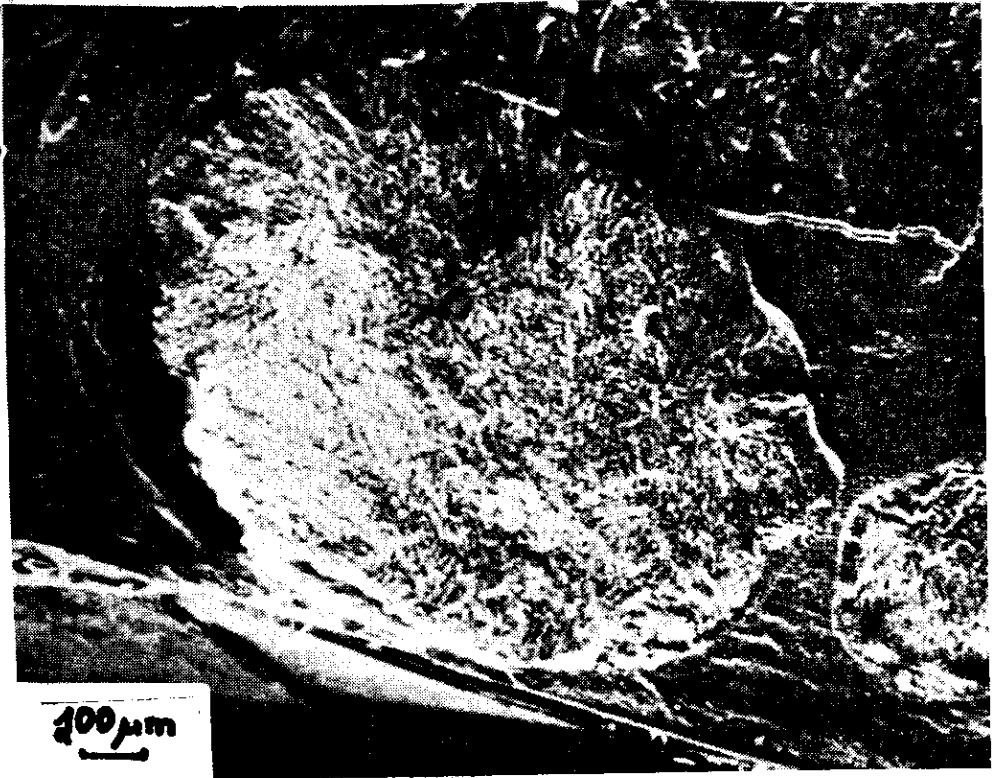


Fig. 2. Inhomogeneidad de la morfología del carapacho en un corte transversal superior

Una vista superficial de la epicutícula exterior presenta una estructura bastante densa y cerrada con algunos desechos los cuales pueden ser depósitos minerales (Fig. 3). La misma lámina puede estar constituida por lipoproteínas impregnadas con sales de calcio¹.

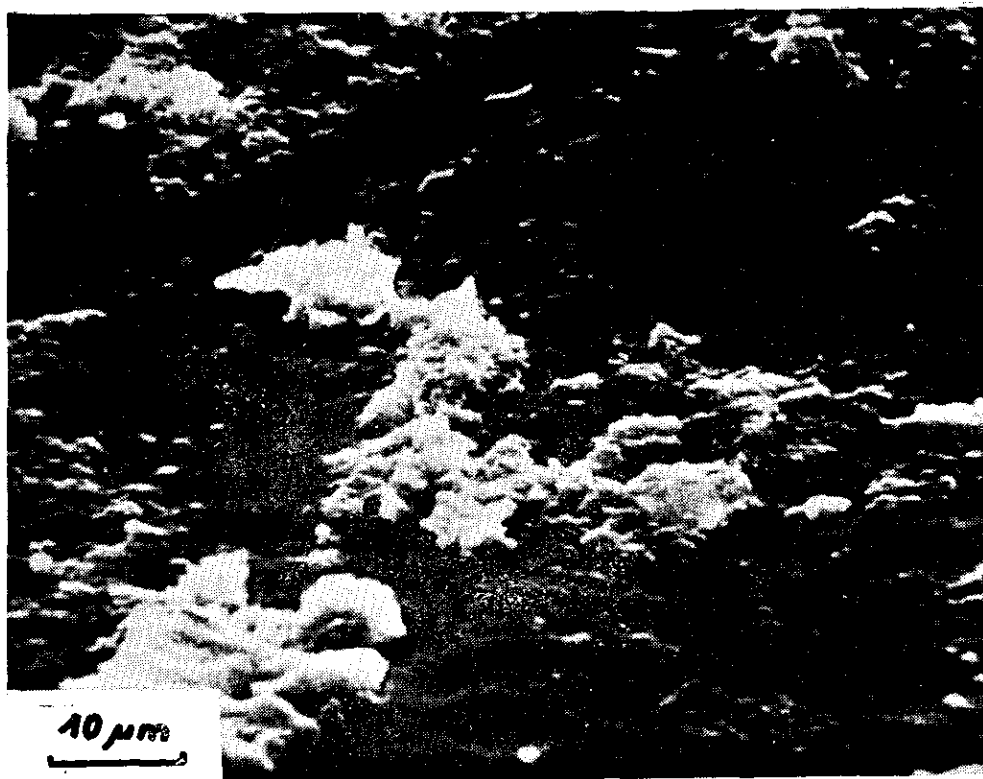


Fig. 3. Superficie de epicutícula exterior con depósitos

La parte pigmentada de la endocutícula exterior contiene como partes esenciales quitina y proteínas las cuales reaccionan con quimina durante el crecimiento y a su vez es impregnada con lípidos y sales de calcio. Muy interesante es que esa lámina tiene una estructura de columnas (Fig. 4). La laminación horizontal descrita en la Fig. 3 fue solamente observable como una interrupción de esa mencionada estructura, por ejemplo es posible observarla en la parte superior de la Fig. 4.

Es sumamente específico y salta a la vista una línea divisoria en forma de rasgadura entre endocutícula exterior y lámina principal (Fig. 5).



Fig. 4. Estructura en columnas y laminación horizontal en la endocutícula exterior

Los elementos que vinculan ambas láminas tienen una estructura fibrilar con un diámetro de fibrillas entre 0,23 hasta 0,6 μm . Tenemos que discutir la composición de esas fibrillas a partir de quitina en correspondencia con las investigaciones de Brine⁴ en cangrejos por medio de anisotropía óptica y birrefringencia.

La lámina principal se presenta en una especie de amontonamiento horizontal y flojo (Fig. 6). Ese amontonamiento horizontal está causado por la formación rítmica dependiente de la reacción del metabolismo dirigido por intersecretoras para la formación de muco y glicoproteínas^{1,2}.

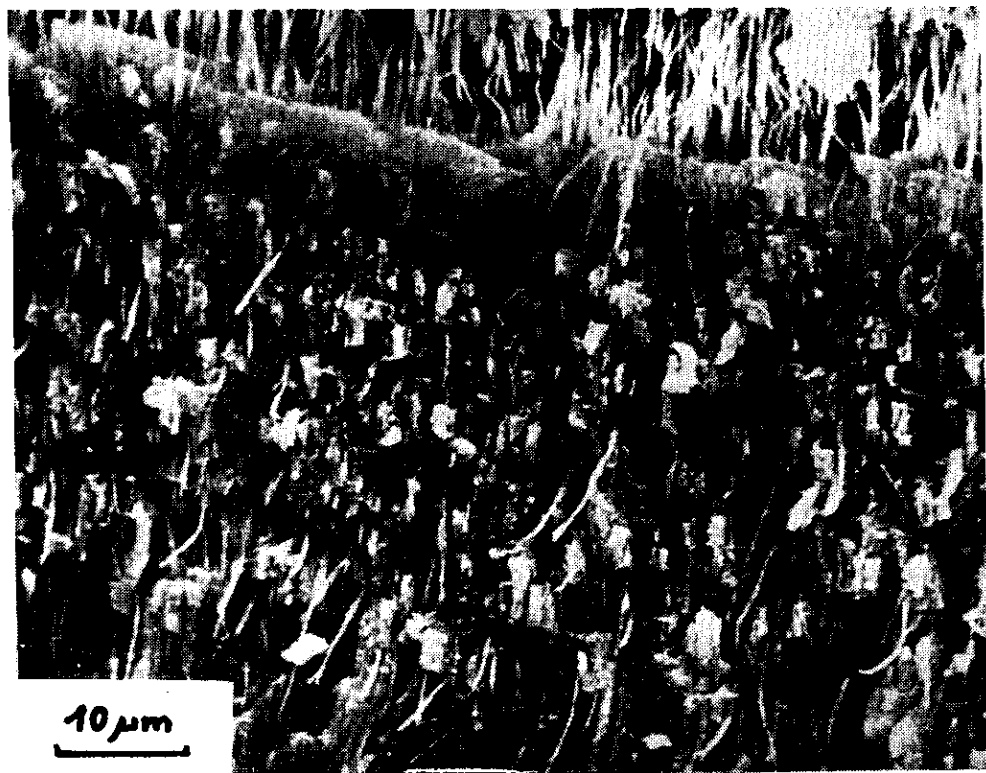


Fig. 5. Rasgadura entre endocutícula exterior y lámina principal.

Ese crecimiento periódico de la lámina principal de cerca de $38 \mu\text{m}$ por día², está principalmente terminado después de 21-29 días a partir del principio de la fase de intermuda. Después de 15 días de duración del ciclo empieza la calcificación del carapacho como se muestra en la Fig. 5 (parte inferior). Hay formación de columnas similares de calcita con la inclusión de fibrillas de quitina.

Mientras la cutícula exterior tiene cerca del 95% del tamaño total del carapacho, la cutícula interior incluyendo el tejido medio tiene cerca del 5%.

La Fig. 7 muestra la estructura esponjosa de la epicutícula interior y la Fig. 8, la entrada en un poro canal donde se aprecia en parte una estructura básica de fibrillas.

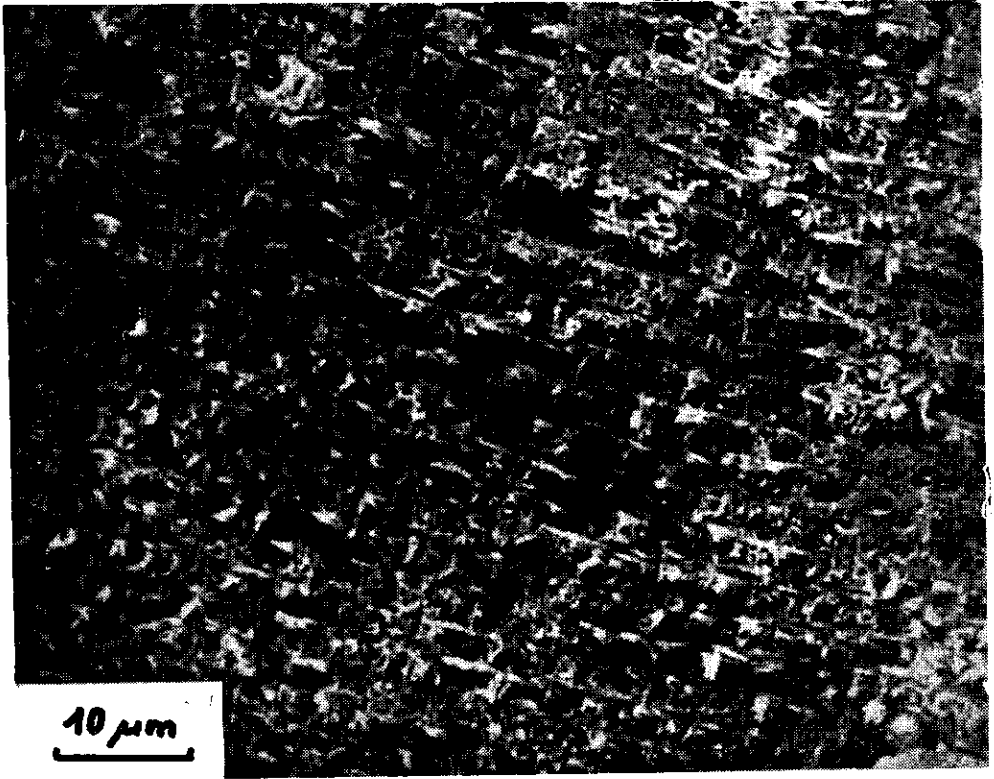


Fig. 6. Amontonamiento horizontal en la lámina principal

Con una mayor amplificación se presenta la endocutícula interior con una estructura fibrillar en hélices formadas de cristalitas pequeños de quitina, (Fig. 9). Una estructura similar de quitina se describió para láminas calcificadas que se encuentran en la lámina principal del cargajo de río³. La densidad de esa estructura helicoidal no permite la observación de la presencia de cristalitas de calcio.

Cuando se separa la cutícula interior y el tejido medio de la cutícula exterior es posible especialmente cerca de la entrada de los poros observar muy claramente el amontonamiento de la morfología, la cual tiene en ese lugar una estructura fina de hélices de quitina (Fig. 10). Como podemos esperar la membrana de la cutícula exterior no contiene cristalitas de calcio.

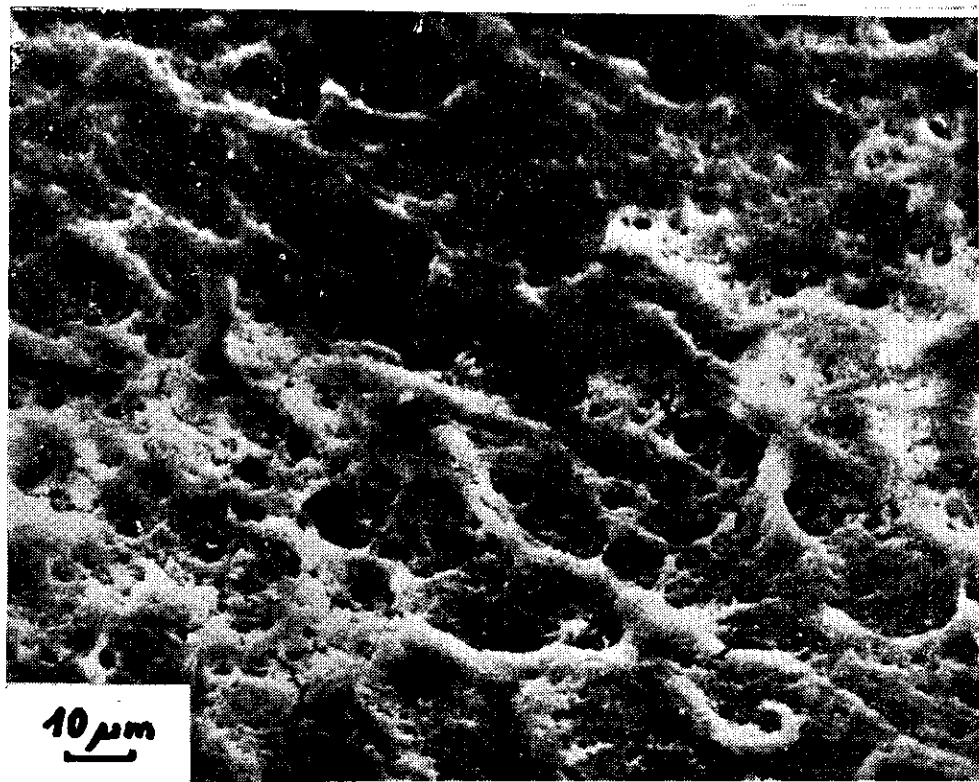


Fig. 7. Estructura de la epicutícula interior

En general se observa una inhomogeneidad laminosa en el carapacho de la langosta. Se puede suponer que en dependencia de dicha estructura se presenta una discontinuidad característica en las propiedades mecánicas como resistencia y tensión lo cual ya ha sido encontrado en investigaciones de *Panaeus mondon*⁸.

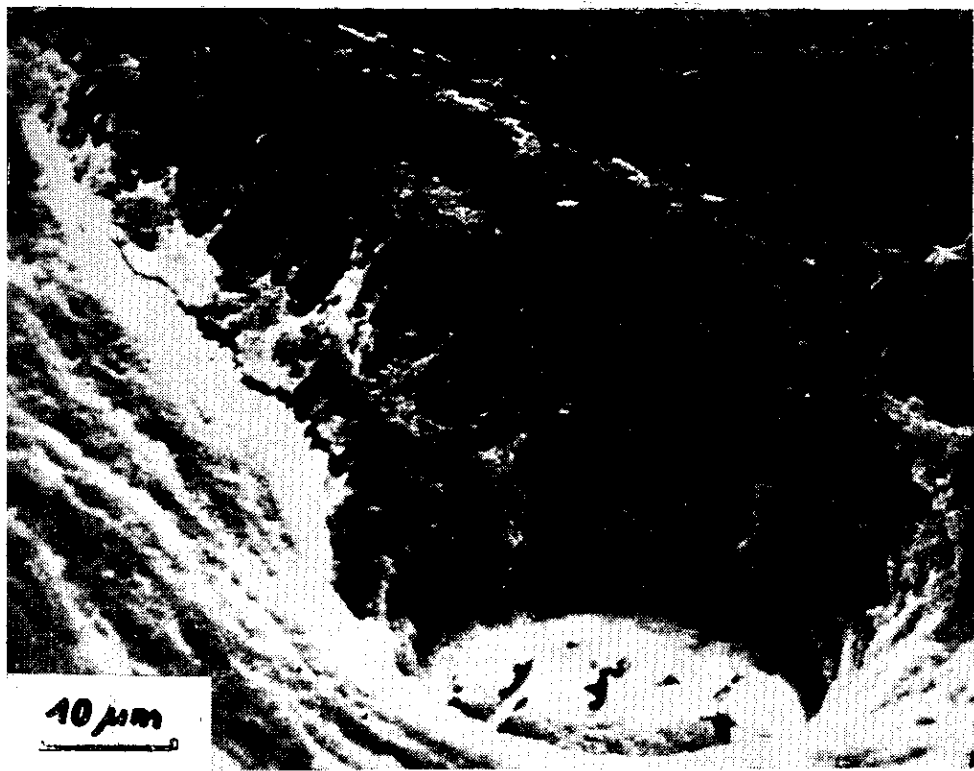


Fig. 8. Entrada de un poro canal en la epicutícula interior

En adición a las investigaciones de la morfología se determinó la distribución topoquímica del calcio con la ayuda de un sistema EDAX.

La Fig. 11A presenta la morfología del carapacho en un lugar lateral y en la Fig. 11B se presenta la distribución del calcio. Se observa que la parte pigmentada de la endocutícula exterior así como la lámina principal presentan un mayor contenido de calcio, a diferencia de la parte no pigmentada de la endocutícula exterior.

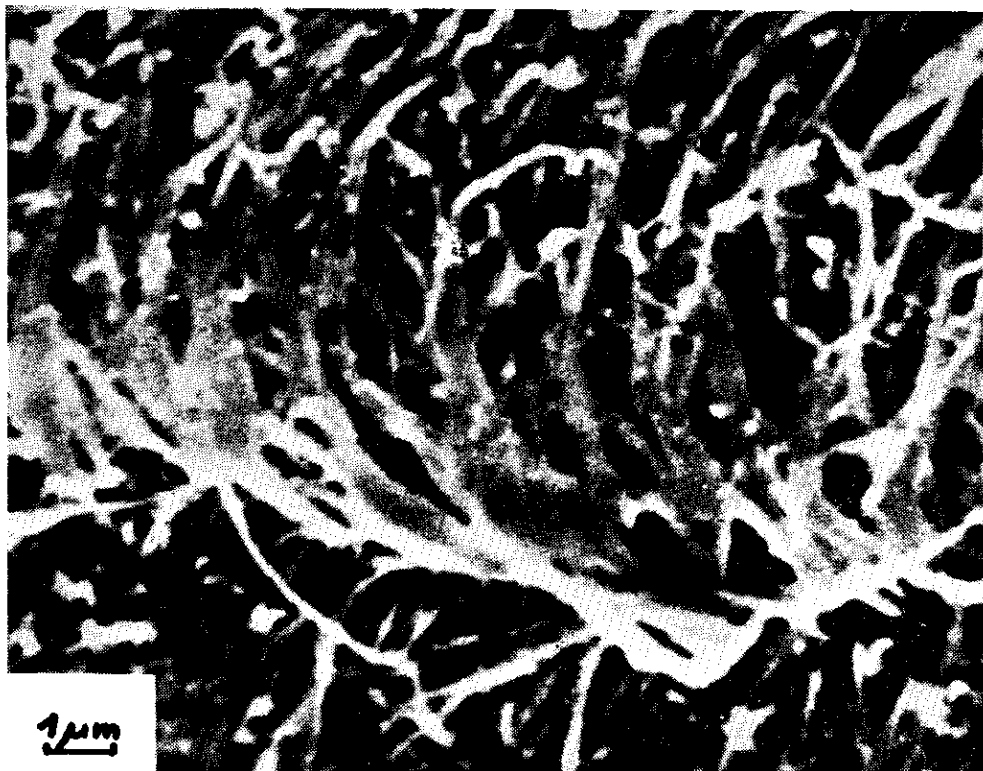


Fig. 9. Estructura fibrillar en la epicutícula interior

CONCLUSIONES

Se observa fundamentalmente una estructura laminada en el carapacho de la langosta *Panulirus argus* (Latreille 1804) del golfo de Batabanó de Cuba.

Cuando observamos la cutícula exterior con una alta magnificación, podemos ver que está constituida por dos elementos básicos: las columnas de sales de calcio y las hélices de quitina. Estas últimas dan un aspecto de amontonamiento en la estructura morfológica.

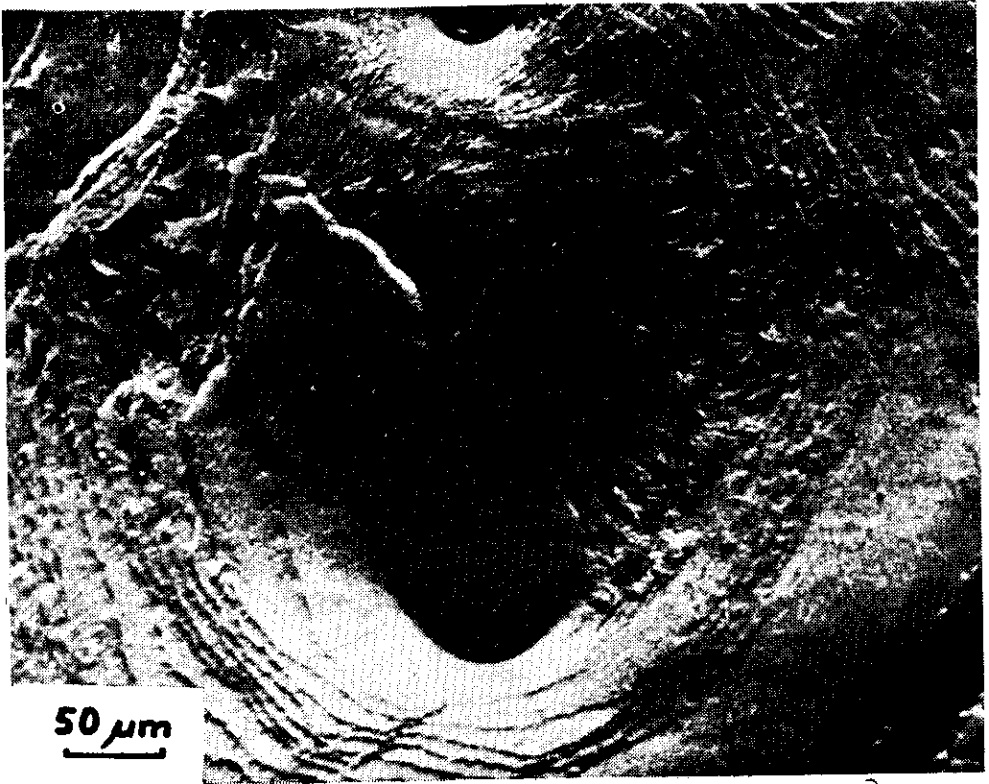


Fig. 10. Amontonamiento en terrazas de la estructura cerca de dos poros canales

La determinación topoquímica del calcio por medio de un sistema EDAX nos presenta un mayor contenido del mismo en la lámina principal así como en la parte pigmentada de la endocutícula exterior. Esto complementa los resultados morfológicos de nuestra investigación.

RECONOCIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a los laboratorios de microscopía electrónica del Instituto Central de Física Electrónica de Berlín y del Instituto de Investigaciones de Cereales de Potsdam por

la cooperación brindada. Al mismo tiempo agradecemos a M. Schütt y C. Paul su asistencia técnica y a la Lic. I. García (Instituto de Química y Biología Experimental de la ACC) y al C. Dr. E. Díaz (Centro de Investigaciones Marinas de la U. Habana) por sus útiles criterios.

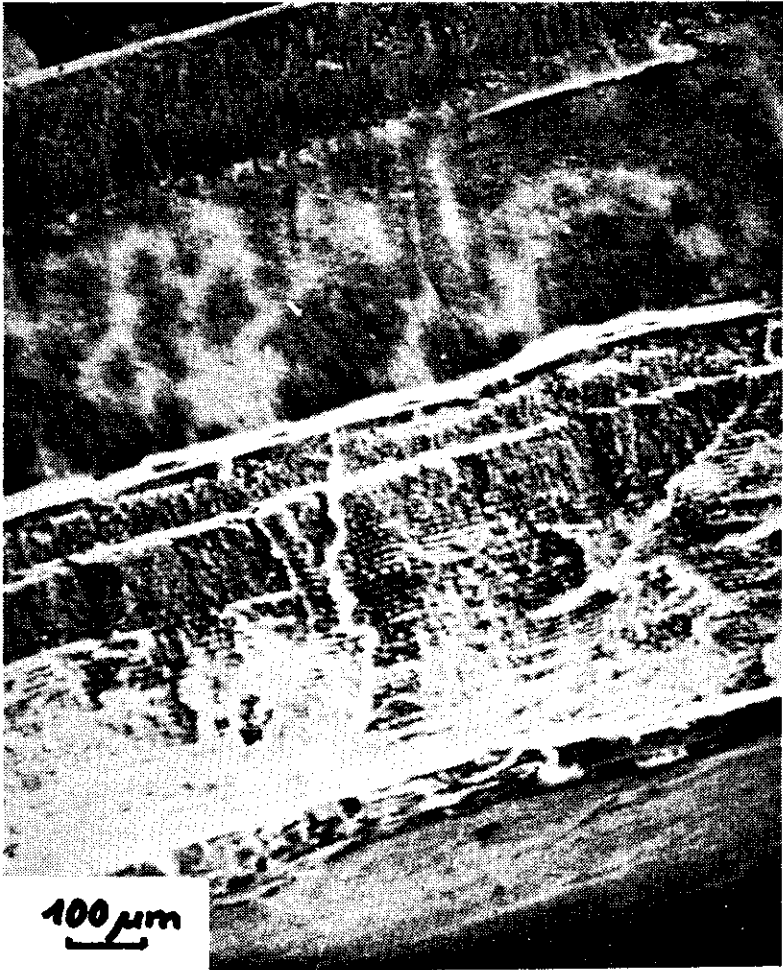


Fig. 10a



Fig. 11. Corte transversal superior del carapacho A — morfología B — distribución de calcio por análisis de rayos X.

REFERENCIAS

1. TRAVIS D. F. *Biol. Bull.* 108, 88, 1955.
2. TRAVIS D. F. *Biol. Bull.* 113, 451, 1957.

3. WATERMAN T. H. Metabolism and Growth. The physiology of crustacea. Vol. 1, 477, Academic Press New York, London, 1960.
4. BRINE C. J. AND AUSTIN R. R. Utilization of chitin, a cellulose derivate from crab and shrimp waste. Enviroment and Resources Conf. Report. DEL- SG-19-74, Philadelphia, Sept. 1974.
5. PAUL D., JACOPIAN V., MENNINGER H. UND HEINRICH G. *Zellstoff u. Papier* 25, 74, 1976.
6. JACOPIAN V., PAUL D. AND PHILIPP B. *Cellulose Chem. Technol.* 14, 37, 1980.
7. PAUL D. UND BARTSCH D. *Faserforsch u. Textiltechn.* 23, 187, 1972.
8. JOFFE I. AND HEPBURN H. R. *Biochem. a Comp. Physiol.*, 50, 545, 1975.