

LA CONCHA DE LOS BRAQUIÓPODOS: UN EJEMPLO DE FORMACIÓN CONTROLADA DE BIOMINERALES

F. ALVAREZ ⁽¹⁾, C. BRIME ⁽¹⁾, S. LONG ⁽²⁾ Y J. TRIGO ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, Oviedo;

⁽²⁾ The Natural History Museum, Cromwell Road, Londres SW7 5BD Inglaterra;

⁽³⁾ Agro Novo 3, Brión 15280 La Coruña

INTRODUCCIÓN

La biomineralización es el proceso por el que los organismos producen materiales para cubrir sus necesidades funcionales. En su mayor parte, estas necesidades son de protección y soporte. El grado en el que los organismos pueden controlar la cristalización y crecimiento de los biominerales es sorprendente dado que en la mayor parte de los casos el proceso implica la reabsorción de los cristales previamente formados. La formación de los biominerales en posiciones determinadas y los cambios que se producen durante el crecimiento son una clara indicación de la importancia que tiene los componentes orgánicos en la nucleación y crecimiento de los cristales. El modo de formación de la concha de los braquiópodos fue descrito por Williams (e.g. 1956, 1990, 1997)

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se considera el crecimiento del exo-esqueleto calcáreo en braquiópodos de los subfilos Craniiformea y Rhynchonelliformea. Los ejemplares seleccionados para ser estudiados mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) fueron sumergidos en una disolución de hipoclorito sódico (lejía al 30%, durante 30 a 60 minutos) hasta eliminar los tejidos orgánicos (epitelios y lofóforo). Luego se lavaron con agua desionizada, se secaron y se montaron en portas. Los ejemplares delicados, no

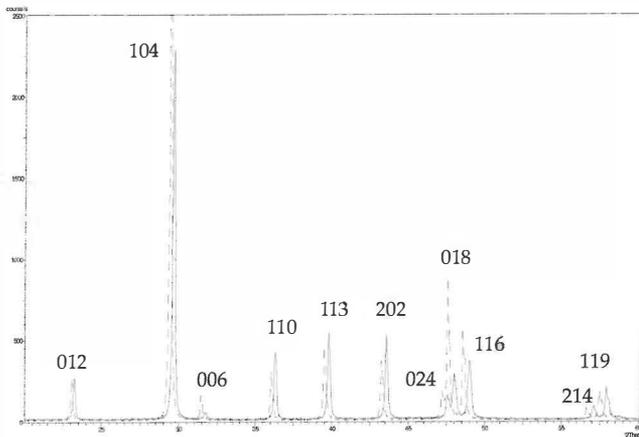


Figura 1: Diagramas de difracción de rayos X de las conchas Puntos: *Argyrotheca cuneata*; continuo: *Novocrania anomala*

recubiertos, fueron estudiados en un microscopio LEO 1455VP de presión variable. Observaciones de mayor detalle se realizaron en un microscopio Philips XL-30 con valvas disociadas y recubiertas. En ambos casos se obtuvieron fotografías digitalizadas, y las ilustraciones fueron preparadas usando Adobe Photoshop 7.0 y Adobe Illustrator 7.0. Una parte de las conchas fue molida y su composición se determinó utilizando un difractómetro de rayos X Philips PW3200 X'Pert, radiación CuK α y monocromador de grafito. El material se encuentra depositado en la colección del Departamento de Geología, de la Universidad de Oviedo (DPO), en el Natural History Museum (Londres) (ZB) y en la de invertebrados del Laboratorio de Bentos del Departamento de Biología Animal de la Universidad de La Laguna (DBAULL).

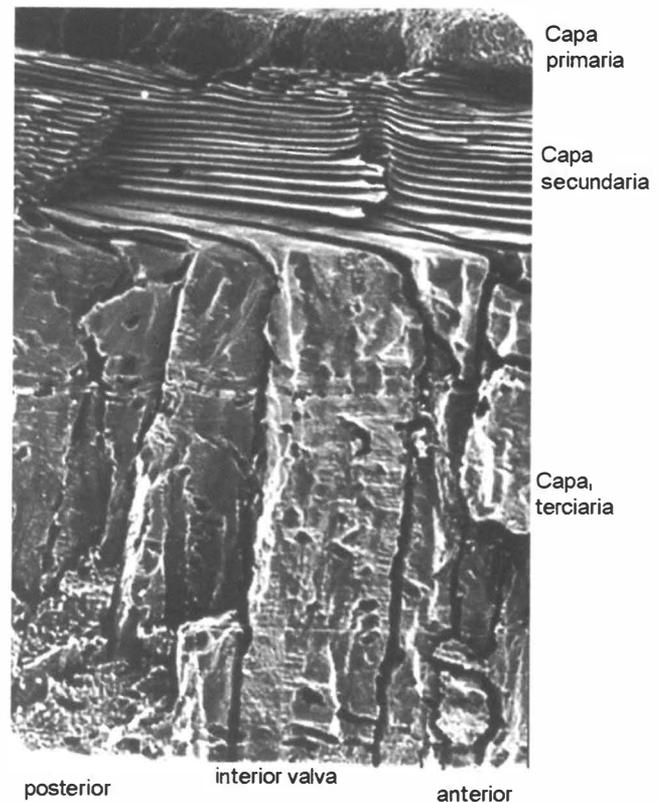


Figura 2: Capas primaria (masiva), secundaria (fibrosa) y terciaria (prismática) de *Gryphus vitreous* (ejemplar cortesía de G.B. Curry).

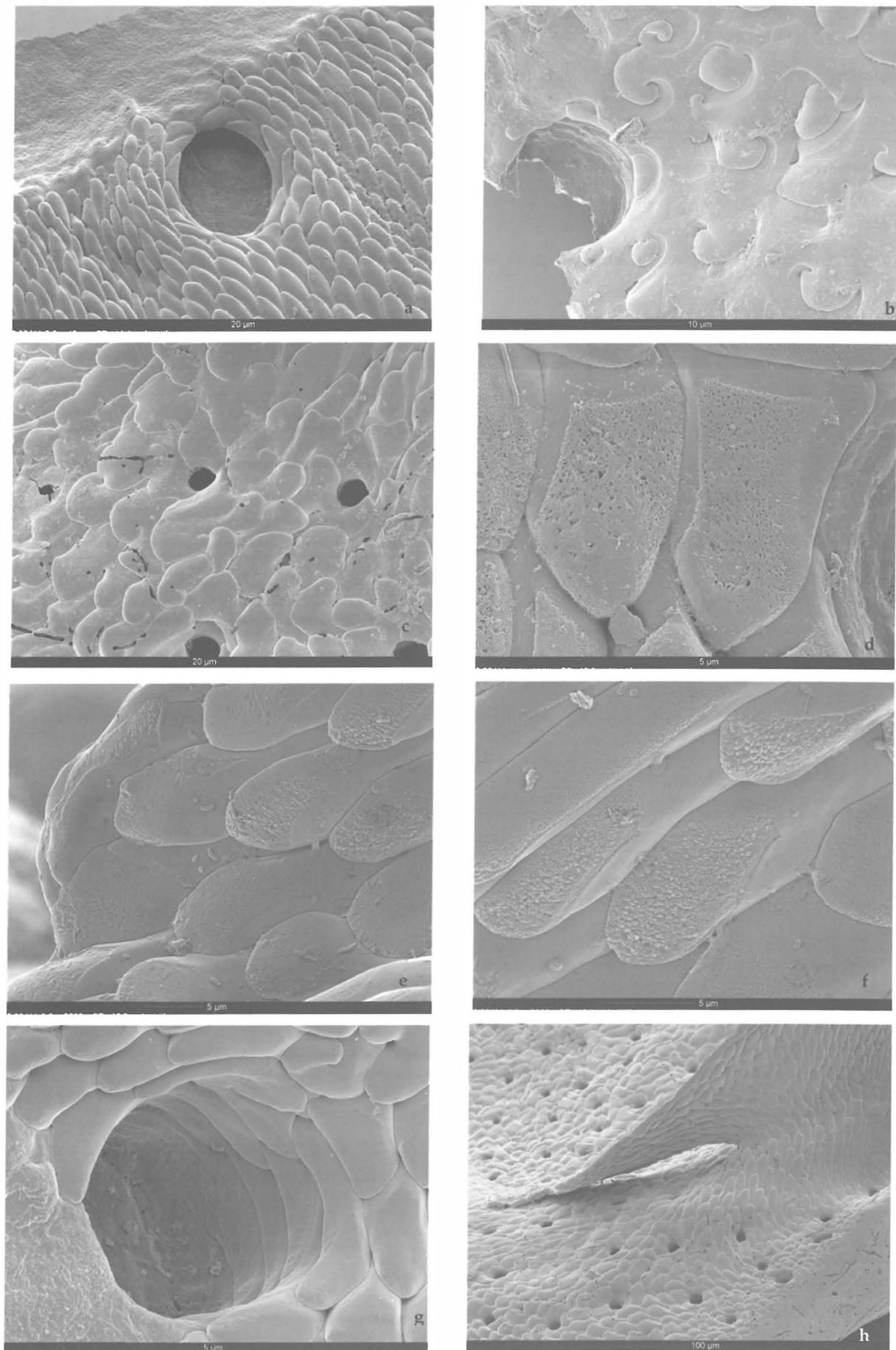


Figura 3: Imágenes de microscopio electrónico de barrido de la superficie interna de valvas dorsales de los Rhynchonelliformea *Megathiris detruncata* (a-d, g-h) y *Argyrotheca cistellula* (e-f)

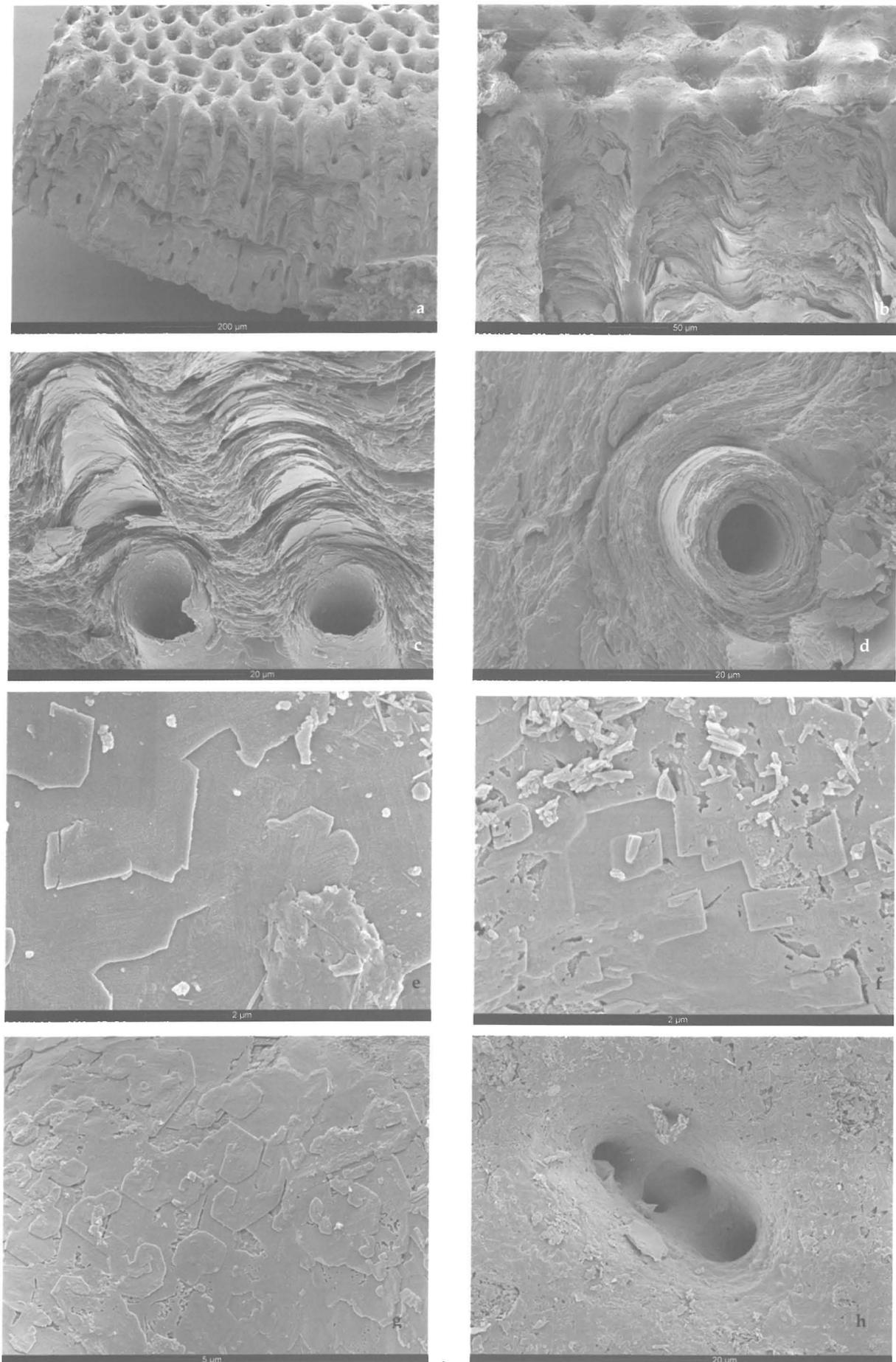


Figura 4: Imágenes de microscopio electrónico de barrido de valvas dorsales del *Craniiformea Novocrania anomala* en superficie interna y en fractura

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA

El estudio difractométrico muestra que las conchas en estos dos subfilos son de tipo calcítico si bien el ejemplar estudiado del subfilo *Cranioforma* muestra un contenido en Mg apreciable (Fig. 1).

La concha calcárea de los braquiópodos está envuelta externamente por una cutícula orgánica, delgada, vesicular (**periostraco**). Bajo el periostraco, la concha de los *Rhynchonelliformea* está compuesta generalmente por dos, a veces tres, capas de carbonato cálcico (Fig. 2); una **capa primaria**, granular o de cristales aciculares, y una **secundaria**, de fibras de calcita envueltas en una membrana orgánica y perfectamente empaquetadas. El espesor de la capa primaria, que está controlado por la acción secretora de unas pocas células situadas en el margen del manto, se mantiene casi constante a lo largo y ancho de las valvas de braquiópodos con concha calcítica. A una cierta distancia del margen externo del manto, el régimen secretor de las células responsables de la secreción de la capa primaria cambia para segregar, cada célula, una fibra de calcita envuelta en una membrana orgánica (Figs 2-4). La capa secundaria, generalmente fibrosa pero que también puede ser laminar o tabular, presenta un espesor y tipo de empaquetado variable dependiendo de los distintos grupos taxonómicos (e.g. Alvarez y Emig 2005). Una capa secundaria fibrosa es característica de los terebratúlidos y rinconélidos actuales. En algunos géneros se encuentra una **capa terciaria** de prismas o columnas de calcita (Fig. 2). Existe una continuidad en la secreción desde el periostraco a las capas primaria, secundaria y terciaria (si la hubiere), lo que sugiere que las diferencias entre las capas reflejan cambios fisiológicos en el régimen secretor de las células del epitelio externo. En la fase inicial de formación de las fibras calcáreas de capa secundaria los cristales empiezan con una forma helicoidal con el borde de la lámina de crecimiento redondeado (Fig. 3b y c). Las fibras continúan su crecimiento por el depósito de material calcáreo en la parte anterior de las mismas (Fig. 3 d-f). Una capa secundaria laminar es característica de los cránidos actuales (e.g. Schumann 1970, Williams & Wright 1970, Williams et al 1999, Alvarez et al 2005). En sección se ve una serie de láminas de calcita separadas por membranas orgánicas. Las láminas se forman por fusión de placas de crecimiento en espiral sobre dislocaciones sencillas o dobles (Fig. 4e-g). Los escalones que se forman pueden tener morfología romboédrica (Fig. 4e, f) o hexagonal (Fig. 4g). La unión de escalones contiguos produce suturas y cavidades limitadas por 3 o más lados (Fig. 4 f, g). En ocasiones es posible observar en los escalones bandas concéntricas que registran para-

das en el crecimiento (Fig. 4e, f). La pared de las conchas calcáreas puede estar penetrada desde el interior de las valvas hasta el periostraco (e.g. Curry 1983) por numerosos canales o huecos tubulares llamados **puntos** (Fig. 2, Fig. 3 a-c, g-h; Fig. 4 a-d, h). La distribución de los cristales de CaCO₃ alrededor de estos puntos es especialmente notable dado que ponen en evidencia que los puntos se forman durante el crecimiento del esqueleto y no por una perforación posterior de los cristales previamente depositados, resaltando la importancia del control orgánico en la formación del exoesqueleto calcáreo. La formación de estos puntos refleja también las diferencias que existen entre una capa secundaria fibrosa y una laminar (Fig. 3a-c, g-h; Fig. 4 a-d, h). Finalmente es posible observar la existencia de procesos de reabsorción de la concha previamente formada, facilitando el crecimiento de distintas estructuras esqueléticas (e.g. dientes, fosetas, proceso cardinal, braquidio) encerradas en el interior de la concha (Fig. 3h)

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Alex Ball y Ben Williamson (E.M. Unit, Department of Mineralogy, Natural History Museum, Londres) su ayuda durante el estudio del material al MEB en Londres. Este trabajo es una contribución al proyecto CTM2004-00740 del Ministerio de Educación y Ciencia.

REFERENCIAS

- Alvarez y Emig 2005 Brachiopoda. En *Lophophorata, Phoronida, Brachiopoda*. Alvarez, F., Emig, C.C., Roldán, C. y Viéitez J.M. Fauna Ibérica, vol. 27 Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid: 57-177
- Alvarez, F., Long, S. Brunton CHC y Trigo J.E. 2005 Secondary shell layer of *Novocrania*, its fabric and canal system. p. 33, Fith International Brachiopod Congress. Copenhagen.
- Curry, G.B. 1983. *Lethaia* 16:119-127
- Schumann D., 1970, *Lethaia* 3: 413-421.
- Williams 1990, *Biominalization in the lophophorates*. En Carter, J.G. ed., *Skeletal Biominalizations: Patterns, Processes and Evolutionary Trends*. Volume I & II. Van Nostrand Reinhold. New York. p. 67-82.
- Williams A & Wright A.D. 1970 *Special papers in Palaeontology* 7: 1-51, 15 pl.
- Williams A., 1956. *Biological Reviews*, 31: 243-287
- Williams A., 1997 Shell structure pp. 267-320. En *Treatise on invertebrate paleontology*, Part. H. (Revised), vol. 1: Introduction. Kaesler, R. (ed.). Geological society of America and University of Kansas Press. Boulder and Lawrence: i-xx + 1-539.