

EL USO DE LOS FRAGMENTOS DE CRINOIDEOS EN EL REGISTRO GEOLÓGICO: EJEMPLO DE APLICACIÓN EN SECUENCIAS DEL PALEOZOICO SUPERIOR DE ARGENTINA

Julio C. Hlebszevitsch

Pluspetrol Lima 339

RESUMEN

Los fragmentos de tallos de crinoideos son muy abundantes en el registro geológico. Sin embargo no han despertado gran interés bioestratigráfico. La abundancia de estos fósiles y su morfología simple los hace potenciales fósiles guías, si se les asigna un biocrón acotado.

En la presente contribución se da a conocer la utilidad de estos elementos paleontológicos en la biozonación del Carbonífero superior-Pérmico inferior de la Patagonia, diferenciando 4 biozonas y las implicancias paleogeográficas. Esta aproximación puede ser útil para la biozonación en cuencas con escasos afloramientos y en donde los fósiles diagnósticos no son abundantes.

INTRODUCCIÓN

Las primeras descripciones de los tallos de crinoideos en formas fósiles se remontan a principios del siglo XIX (Miller, 1821); pero no es hasta el trabajo (Moore, 1939) sobre el uso de restos fragmentarios de crinoideos en la estratigrafía que se intenta realizar una clasificación y descripción sistemática de los mismos. A partir de este trabajo pionero surgen dos escuelas en la sistematización de los tallos de crinoideos, una escuela americana cuyo estudio estuvo focalizado en tallos del Paleozoico superior, y la escuela rusa en donde el grueso de las publicaciones trata los tallos del Paleozoico inferior, las dos escuelas arriban a clasificaciones diferentes. Diversos autores han utilizado una de las dos clasificaciones o una combinación de ambas.

De acuerdo a estudios bioestratinómicos (Meyer and Meyer, 1986, entre otros) los crinoideos se desarticulan en pocos días, dando lugar a centenares de oscículos, de los cuales la mayoría provienen del tallo. En consecuencia se observa una clara abundancia de los mismos respecto a los restos fósiles de otros grupos. Su tamaño pequeño y bajo peso específico hace que los mismos puedan ser dispersados fácilmente por las corrientes marinas y cubrir amplias superficies geográficas.

Las secuencias del Paleozoico superior de la Patagonia carecen de fósiles guías de carácter cosmopolita, tales como amonoideos, por lo que hace su correlación a escala mundial muy difícil. La biozonación esta basada en fósiles bentónicos (braquiópodos, briozoos y moluscos no amonoideos). El hallazgo de cálices de familias de crinoideos con biocrón restringido al Carbonífero y/o Pérmico ha permitido una zonación mas acabada. El hallazgo de cálices de crinoideos es sumamente raro y vinculado a eventos catastróficos de sedimentación. Sin embargo se encontró asociaciones de columnales característicos para diferentes niveles y localidades, las cuales tienen una amplia distribución en la cuenca, conjuntamente con cálices de crinoides diagnósticos en algunas localidades. Esto permitió acotar temporalmente las asociaciones de columnales y correlacionar diferentes localidades.

MORFOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN USADA

Los oscículos de los tallos de los crinoideos tienden a fusionarse tempranamente en el registro geológico para dar lugar a columnales, a veces se observan vestigios de estas suturas, en especial en formas del Paleozoico inferior. La simetría de los columnales es variable pudiendo ser radial, pentámera, bilateral, etc., lo cual está en estrecha relación con el hábito de vida del crinoideo. Los columnales presentan dos superficies articulares y paredes laterales (Figura1). La superficie articular desde el centro hacia la periferia consta de los siguientes elementos morfológicos: un lumen, perilumen (a veces ausente), areolas, crenularium y epifaceta (a veces ausente). Cada uno de estos

elementos pueden presentar diversas formas y guardar diferentes relaciones entre si, lo que permite una amplia variedad de combinaciones. A su vez las paredes laterales de los columnales pueden ser planas, cóncavas o convexas, y/o presentar ornamentaciones.

Se suma a la descripción morfológica de los elementos, las medidas de estos elementos y sus relaciones, por ejemplo diámetro del lumen versus diámetro del columnal.

No hay consenso en cuanto a la clasificación de columnales, existiendo dos clasificaciones para estos morfotaxas, por un lado la clasificación de Moore y Jeffords (1968) y la de Stukalina (1986, 1988). La primera de ellas es la más ampliamente utilizada y de carácter puramente morfológico en tanto que la segunda (mayormente restringida a la literatura rusa) contempla aspectos morfofuncionales y algunas implicancias filogenéticas. La convergencia evolutiva en los tallos, las variaciones de los tallos que no es siempre acompañada por variaciones en los cálices y viceversa, así como diferencias ontogenéticas de los columnales en un mismo tallo hacen que ambas clasificaciones sean confusas muchas veces. Aún así pueden identificarse morfotaxas y clasificarlos de acuerdo a uno de los dos sistemas taxonómicos antes mencionados o mediante una combinación de ambos, permitiendo darle uso a estos elementos, más allá de la connotación filogenética.

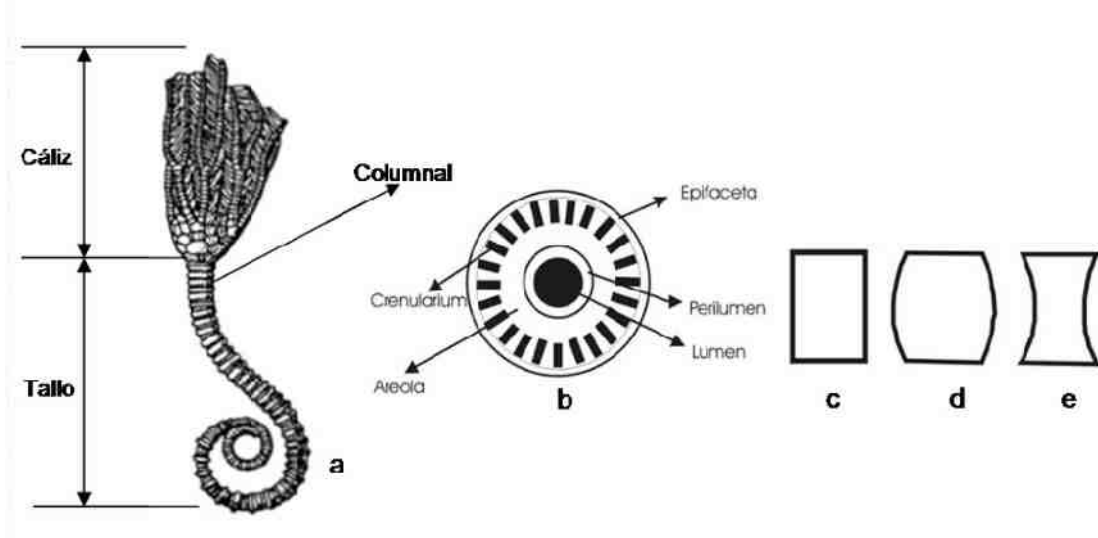


Figura 1. Principales características de los columnales. a-Morfología general de los crinoideos, con ubicación de columnales en el tallo; b- faceta articular; c, d y e, pared lateral plana, convexa y cóncava respectivamente.

GEOLÓGIA DE LA CUENCA TEPUEL-GENOA

La cuenca de Tepuel-Genoa se halla en el borde centro-occidental de la Patagonia argentina (Figura2). Esta cuenca, desde un punto de vista paleogeográfico, es la más austral del margen suroccidental del Gondwana con una notable afinidad faunística con las cuencas australianas. Una de las mayores dificultades en el estudio y correlación de las unidades geológicas en esta cuenca es la ausencia de perfiles completos expuestos, la amplia cobertura que presentan, y el tectonismo sufrido hasta hoy discutido y sin acuerdo (Freytes, 1971; Marquez y Giacosa, 2000). La correlación entre diversas localidades esta sujeta al análisis de faunas, y limitada a su vez por el carácter endémico de las mismas. En líneas generales se reconocen cuatro unidades formacionales: Fm Jaramillo, Pampa de Tepuel y Mojón de Hierro (parcialmente equivalente a la Fm Río Genoa) (Figura 4). La primera formación corresponde a depósitos marinos someros, en tanto que la segunda a una profundización de la cuenca con desarrollo de depósitos glaciáricos y abanicos submarinos, culmina el ciclo con la Fm Mojón de Hierro la cual representa una nueva somerización con desarrollo de sistemas deltaicos en su parte cuspidal (Fm. Río Genoa). Las faunas aquí estudiadas corresponden a diferentes localidades, a veces reducidas a escasos metros de afloramientos, por lo que el análisis de las asociaciones es crucial para la correlación de las exposiciones y la confección de una columna geológica integrada.

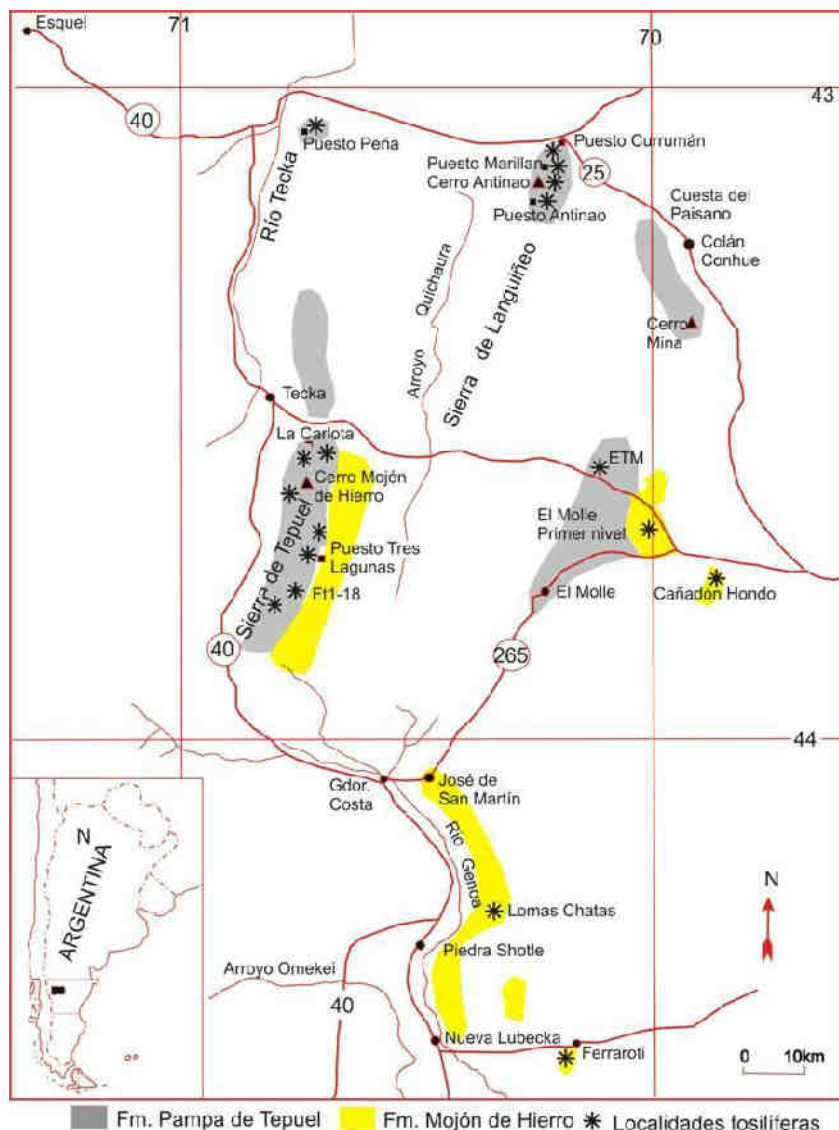


Figura 2. Mapa con la distribución de las localidades fosilíferas estudiadas (la Fm. Río Genoa está mapeada conjuntamente con la Fm. Mojón de Hierro).

ANÁLISIS NUMÉRICO

Los objetivos buscados en este tratamiento de los datos es diferenciar en conjuntos los niveles fosilíferos, en base al contenido de columnales de crinoideos y asignarles una edad con elementos diagnósticos. Para el análisis se estudiaron la composición taxonómica de 17 localidades fosilíferas, en donde se determinaron 48 morfotaxas (Hlebszevitch, 2003). Para analizar la distribución de los columnales de crinoideos dentro de la cuenca se realizó un análisis numérico.

Como caracteres de los niveles fosilíferos se utilizó la presencia-ausencia de columnales de crinoideos, omitiendo los niveles fosilíferos que presentaban una sola especie, y aquellas especies que solo se presentaban en un nivel fosilífero únicamente.

A partir de la matriz de doble estado se realizó una matriz de similitud utilizando el coeficiente de asociación Jaccard y los agrupamientos se realizaron mediante la técnica de agrupamiento promedio (Figura 3).

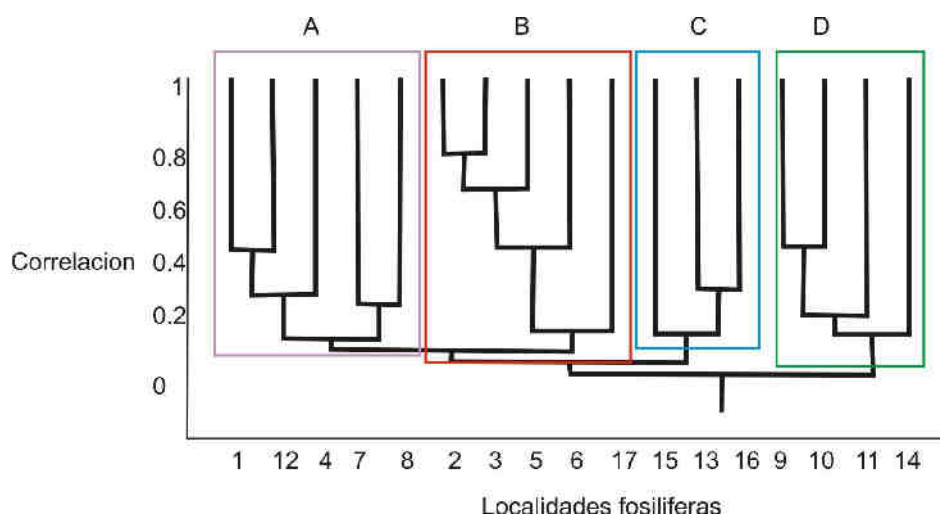


Figura 3. Dendrograma de localidades fosilíferas. Referencias: 1-Puesto Antinao (Fm. Las Salinas-LS2); 2-Puesto La Carlota, primer nivel fosilífero; 3- Puesto Peña; 4- 4km al este de Casa Herrera, Sierra de Tepuel; 5- 300 m. al este de Pto. La Carlota, horizonte con *Spirifer*; 6- Al oeste de Pto. Tres Lagunas, debajo del filón de diabasa; 7-Co. Antinao, 6.5km al SSO de Almacén Nacer-Co. Antinao al Sur; 8- 20 m. al Este de Co. Mina; 9- Cañadón Hondo, primer nivel fosilífero; 10- El Molle, primera localidad fosilífera; 11- Lomas Chatas, primer nivel fosilífero; 12- nivel TII; 13- nivel FT1-18 de Freytes, del perfil de la Sa. de Tepuel; 14- Salar de Ferraroti-NF1, concreciones; 15- N250 del Co Mojón de Hierro, cerca de nivel con *Spirifer*, Suero y Ferello; 16- Fm. Las Salinas, LS-9, debajo de las líneas de alta tensión; 17- Tercer nivel de Suero.

ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Se observa 4 conjuntos mayores: A- conjunto dado por las localidades 1, 12, 4 y subordinadamente 7, 8; B- conjunto dado por las localidades 2, 3, 5, 6 y subordinadamente 17; C- conjunto dado por las localidades 15, 13 y 16; D conjunto dado por las localidades 9, 10, 11 y 14.

Cada una de estos grupos presenta columnales que permite individualizarlos claramente, el grupo "A" presenta como columnal distintivo ***Tschichorocrinus*** Stukalina acompañado de otras formas de ***Cyclocrista***? Moore & Jeffords que hasta ahora son exclusivas de Puesto Antinao. Hay que destacar que las localidades 7 y 8 presentan una forma de ***Cyclocrista*** Moore & Jeffords que es transicional a especímenes de ***Cyclocrista*** del Grupo B. Por otro lado la baja similitud que presenta estas dos localidades con el resto del grupo "A" ponen en duda de que representen una misma asociación, y en realidad estén vinculadas con el grupo "B".

El grupo "B" se hallan representados como ya se mencionó por los columnales de los géneros ***Cyclocrista***, y además por los géneros ***Pentaridica*** Moore & Jeffords, ***Laudonomphalus*** Moore & Jeffords y la primera aparición de ***Camptocrinus*** Wachsmuth y Springer y ***Blothronagma*** Moore & Jeffords.

El grupo "C" es el menos consistente y se caracteriza por la aparición de formas nuevas, tales como columnales integrantes de la familia Florycylidae, los primeros restos atribuibles a Calceoespongiidae, y algunas especies de ***Burovicrinus*** Vanin y ***Cyphostelechus*** Moore & Jeffords. En general estos niveles presentan una mezcla de formas que caracterizan a los conjuntos anteriores, y la aparición de nuevas formas que van a dominar en el último conjunto.

Por último el conjunto "D", presenta nuevas formas de Leptocarphiidae una mayor variedad de Florycylidae, Calceolispongiidae y Cyclomischidae, que no se hallan presentes en los conjuntos anteriores. Merece una mención especial la localidad 14 que se halla en menor asociación con este conjunto que presenta elementos distintivos y característicos de una fauna más joven que el resto de las localidades de este grupo.

De cada asociación, se hallaron crinoideos diagnósticos por lo menos en una localidad que permitió acotarlas temporalmente.

Se reconoce al menos tres familias de crinoideos distintivas dentro de estos niveles que permiten realizar una correlación regional. Una de estas es la familia Acrocrinidae cuyo biocrón es Missisipiano tardío a Pennsylvaniano tardío presentes en la asociación A y B.

Tanto en el Hemisferio Norte (U.S.A., Inglaterra, Rusia) como sur (Australia) esta familia se halla restringida al Carbonífero y casi exclusivamente al Pennsylvaniano e indica que las secuencias que porten estos crinoideos dentro de la Cuenca de Tepuel tienen una edad Carbonífera. Se observa dos grados evolutivos en los acrocrinidos, de acuerdo a que se hallen vinculados a la asociación A o B (Hlebszevitsch, 2004), permitiendo diferenciar el Namuriano tardío- Westfaliano temprano (A) y el Westfaliano tardío? (B).

La otra familia corresponde a los Calceolispongiidae cuya edad es Sakmariana- Wordiana en Australia, y que de acuerdo a Webster and Jell (1999) comprendería también el género Allosocrinus Strimple de edad Desmoniana-Asseliana para el Hemisferio Norte, representantes de esta familia se encontró en la asociación C y D.

La familia Camptocrinidae se halla en las asociaciones B, C y D. Los Camptocrinidos son de edad Carbonífera en el Hemisferio Norte, en tanto que en Australia y Timor son de edad Pérmica. La fauna del norte del Gondwana (Webster et al, 2000) presenta camptocrinidos en el Carbonífero superior asociados a abundantes poteriocrinidos, mostrando una vinculación con las faunas tethyanas y del hemisferio norte, no así con las gondwánicas australes. Los camptocrinidos presentan una complejidad y aumento de tamaño desde las formas carboníferas a pérmicas en la cuenca de Tepuel, lo que permite diferenciar tres grados evolutivos (Hlebszevitsch, 2005), y que pueden ser acotados en el Westfaliano tardío?-Asseliano, Sakmariano-Artinskiano y Kunguriano? respectivamente.

Por último los Ampelocrinidae tendrían un biocrón mayormente Carbonífero con un género que alcanzaría el Asseliano, representantes de esta familia se halló en la asociación B.

En base a esto, se reconocen 4 grupos mayores en la distribución temporal de crinoideos: el conjunto A- de edad Namuriana tardía a Westfaliana temprana, el conjunto B- de edad Westfaliana tardía?, el conjunto C de edad Asseliana? y el conjunto D-Sakmariano-Artinskiano, con los niveles del Salar de Ferraroti que podrían alcanzar un Pérmico superior temprano (Kunguriano?) (Figura 4).

La presencia de camptocrinidos (Hlebszevitsch, 2005) y morfotaxas de columnales que son comunes en el Devónico y Carbonífero inferior del Hemisferio Norte (Hlebszevitsch, 2003) en el Carbonífero superior y Pérmico de la cuenca Tepuel-Genoa sugieren que el actual margen Pacífico de Sudamérica constituyó una ruta de migración en sentido norte-sur del margen Gondwánico occidental de Sudamérica.

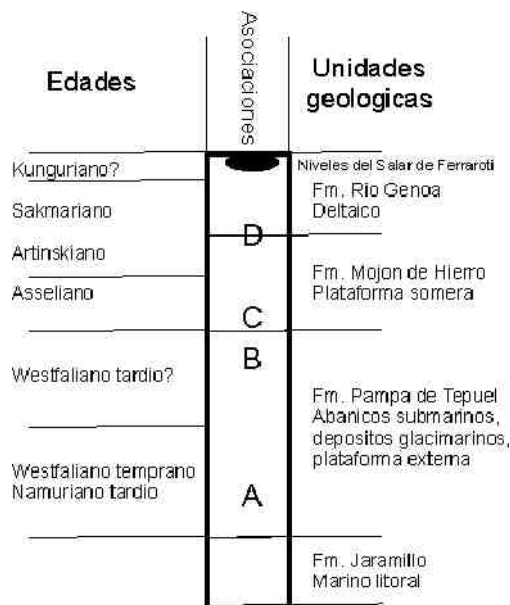


Figura 4. Esquema estratigráfico, con distribución de las asociaciones y edades de las mismas.

CONCLUSIÓN

A partir del estudio de columnales (oscículos disociados del tallo) se pudo determinar cuatro asociaciones. Estas asociaciones pudieron ser acotadas temporalmente con crinoideos diagnósticos. La edad del Grupo Tepuel es acotada entre el Namuriano y Artinskiano (Kunguriano?). Se demuestra la utilidad de estos morfotaxa en la zonación intracuenal, pudiendo ser de gran utilidad en aquellas cuencas con escasos afloramientos y en ausencia de fósiles diagnósticos de amplia distribución geográfica.

BIBLIOGRAFÍA

- Freytes, E., 1971. Informe geológico preliminar sobre la Sierra de Tepuel (Deptos. Languiñeo y Tehuelches, prov. de Chubut): Informe *YPF*. Buenos Aires
- Hlebszevitch, J.C. 2003. Equinodermos del Paleozoico superior de la cuenca Tepuel-Genoa. Tesis doctoral de la Universidad Nacional de La Plata. Inédito.
- Hlebszevitch, J.C. 2004. La familia Acrocrinidae (Echinodermata, Crinoidea) y el límite Carbonífero-Pérmico en las secuencias neopaleozoicas de la Cuenca Tepuel-Genoa (Chubut, Argentina). *Ameghiniana* 41: 3.
- Hlebszevitch, J. C. 2005. Crinoideos de la subclase Camerata (Camptocrininae, Dichocrinidae y Glyptocrinina) de la cuenca Tepuel-Genoa, Paleozoico superior de la Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 42:3
- Marquez, M. y Giacosa, R. 2000. Deformaciones dúctiles paleozoicas y corrimientos terciarios en el neopaleozoico del Chubut. *Revista de la Asociación geológica argentina* 55 (4).
- Meyer, D. and Meyer, K. 1986. Biostratigraphy of Recent crinoids (Echinodermata) at Lizard Island, Great Barrier Reef, Australia. *Palaios*, vol 1 n 3: 294-302.
- Miller, J.S. 1821. A natural history of the Crinoidea or lily-shaped animals, with observations on the genera *Asteria*, *Euryale*, *Comatula*, and *Marsupites*. Bryan and Co. Ed Bristol
- Moore, R.C., 1939. The use of fragmentary crinoidal remains in stratigraphic paleontology. *Denison University Bulletin, Journal of the Scientific Laboratories*, 33(1938):165-250, pl. 1-4.
- Moore, R. C. y Jeffords, R. M., 1968. Classification and nomenclature of fossil crinoids based on studies of dissociated parts of their columns. *University of Kansas Paleontological Contributions, Echinodermata Art. 9 N. 46*: 1-86, 28 pl. Kansas.
- Stukalina, G. A., 1986. Zakonomernosti istoricheskogo razvitya krinoidei v rannemi srednem paleozoe SSSR. (Leyes del desarrollo histórico de los crinoideos en el Paleozoico inferior y medio). *Akademiya Nauk SSSR, Paleontological Institut Moskova*, 1:1-142, 32pl (en ruso).
- Stukalina, G.A., 1988. Studies in Paleozoic crinoid-columnals and stems. *Palaeontographica Abt. A*, 204:1-66, 15 pl.
- Webster, G.D. y Jell, P.A. 1999. New Permian crinoids from Australia. *Memoirs of the Queensland Museum* 43 (1): 279-340.
- Webster, G.D., Yazdi, M., Dastanpour, M. y Maples, C. 2000. Preliminary analysis of Devonian and Carboniferous Crinoids and Blastoids from Iran. En *Proceedings of the Subcommittee on Devonian Stratigraphy (SDS)-IGCP421*, Tahiri, A. and El Hassani, A. (editores). *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Série Géologie et Géographie Physique* (2000), N° 20: 108-115.