XV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos.
Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp. N° 9 (2010), Cusco p.200-203

DIVISIÓN Y COMPARACIÓN BIOZONAL DEL JURÁSICO MEDIO Y SUPERIOR EN LA CUENCA AREQUIPA, SUR DE PERÚ: RESULTADOS INICIALES

[1]Aldo Alván, [2]Verónica Vennari, [1]Harmuth Acosta, [1]Shaddai Borja & [1]Edwin Giraldo

INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima. E-mail: aalvan@ingemmet.gob.pe
[2]Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. E-mail: vvennari@gl.fcen.uba.ar

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en organizar las biozonas de amonites del Jurásico medio y superior en la cuenca Arequipa, con el objetivo de organizar las líneas de tiempo y elaborar el respectivo mapa paleogeográfico (Alván et al., *en prep.*). Existen numerosos trabajos de elaboración y asignación biozonal, y numerosas muestras estudiadas (Steinmann, 1929; Hillebrandt, 1985; Westermann et al., 1980; entre otros). Sin embargo, están dispersas y en parte aisladas de la alta resolución del contexto estratigráfico peruano. Se trata de elaborar un armazón bioestratigráfico con líneas de tiempo estándares para el sur de Perú, donde se hace mención de cronozonas y horizontes del Aaleniano al Tithoniano. Estas líneas de tiempo son correlacionables a nivel de Sudamérica y con los estándares europeos. Este trabajo es parte de los trabajos del proyecto GR1: "Geología de la costa sur y vertiente oeste de la Cordillera Occidental" del INGEMMET.

ANTECEDENTES Y BIOZONAS DE AMONITES DEL JURÁSICO MEDIO Y SUPERIOR

La cuenca Arequipa ha sido motivo de estudios por parte de numerosos especialistas quienes han definido, mediante consecutivos avances, su extensión paleogeográfica como sus características geológicas a nivel regional (Jenks, 1948; Benavides, 1962, Vicente, 1981). Por otra parte, aunque el grado de resolución bioestratigráfica con amonoideos en nuestro país se encuentra poco refinado, existen buenos trabajos, donde se han propuesto esquemas de biozonación principalmente en el sur de Perú como en casi todo el resto de Sudamérica (Geyer, 1983; Westermann et al., 1980; Hillebrandt & Westermann, 1985; Wittmann, 2001; entre otros).

A partir de los esquemas bioestratigráficos mencionados para Perú y el presentado recientemente por Riccardi (2008) para el norte de Chile y Argentina, son también aplicables para Sudamérica, y en base a esta información se ha elaborado un cuadro biozonal para la cuenca Arequipa y sus respectivas correlaciones con otras cuencas sudamericanas, y con las cuencas europeas (Page, 2003).

Aaleniano. Esta edad comprende a las zonas *L. opalinum* (= *B. manflasensis*), *L. murchisonae* (*W. groeberi*) y *G. concavum* (= *P. malarguensis*), división hecha en Perú por Hillebrandt & Westermann (1985). Los primeros trabajos sobre amonites aalenianos en Perú han sido reportados anteriormente por Jaworski (1915), Steinmann (1929), Palacios (1980) Hillebrandt & Westermann (1985) en el Grupo Pucará. En Arequipa, Hillebrandt & Westermann (1985) reportan a la primera biozona del Aaleniano (*B. manflasensis*) que contiene a *B. manflasensis* HILLEBRANDT & WESTERMANN, *Sphaerocoeloceras brochiiforme* JAWORSKI, *Dumortieria pusilla* JAWORSKI y *Puchenquia* sp. Ejemplares de esta misma biozona son reportados en Palca, en Tacna por Hillebrandt & Westermann (1985), con *Phymatoceras* sp., *Bredyia manflasensis* HILLEBRANDT & WESTERMANN, *Sphaerocoeloceras brochiiforme* JAWORSKI, *Dumortieria pusilla* JAWORSKI y *Puchenquia* sp. en calizas de la Formación Socosani. En los alrededores de Palca, Tacna, Wilson & García (1962) colectaron ejemplares de la zona de *Z. groeberi*, conteniendo a *Fontannesia*, *Eudmetoceras klimakomphalum* (VACEK), *Emileia* cf. *multiforme* (GOTTSCHE), *Sonninia* sp., *Witchellia* sp. y *Hammatoceras* sp. Sobre éstos se hallan ejemplares de la zona de *P. malarguensis* o a la zona de *E. giebeli* del Bajociano, sin mayor precisión (Hillebrandt & Westermann, 1985).

En Río Grande, Nazca, también registran a la zona de *B. manflasensis* en capas de la Fm. Socosani, con *Hammatoceras alleoni* DUMORTIER. Seguidamente se tiene a la zona de *Z. groeberi* (definida por Westermann & Riccardi, 1979) con *Planammatoceras* aff. *planinsigne* (VACEK), Westermann et al. (1980). García (1978) en Quinistanillas, Moquegua, colectó en facies de calizas de plataforma carbonatada interna a

Pleydellia sp. y *Eudmetoceras klimakomphalum* (determinado por A. Pardo), citándolos como elementos típicos del Aaleniano al Bajociano inferior. Éstos corresponderían a la zona de *Z. groeberi*, de la parte media de la Fm. Socosani. Por otra parte, en la cuenca Pucará se cuenta con las zonas de *P. malarguensis* que incluye el límite Aaleniano-Bajociano (Westermann & Riccardi, 1979), y *Emileia sauzei* (Westermann et al., 1980).

Bajociano. En este piso se tienen a las zonas europeas de *H. discites* (= *P. singularis*), *W. laeviscula* (= *E. giebeli* inferior), *S. propinquans* (= *E. giebeli* superior), *S. humphriesianum*, *S. niortense* (= *M. rotundum* inferior), *G. garantiana* (= *M. rotundum* superior) y *P. parkinsoni* (= *Lobosphinctes*). Benavides (1962) describe en el río Chili, Yura ejemplares de *Graphoceras* sp. (considerado después como *Puchenquia* sp. por Westermann et al., 1980, debido a la abundancia de esta especie en los andes Argentino-Chilenos, confirmándose por ende la presencia de la zona de *P. malarguensis*), *Sonninia* sp. y *Belemnopsis* BENAVIDES, asignados a la zona de *G. concavum* (= *P. malarguensis*), y hallados en facies de calizas someras intercaladas con tobas, ubicadas por encima de la zona de *D. hoelderi* y posiblemente *C. chilensis*. Allí mismo, G. E. G. Westermann y A. Riccardi (en Westermann et al., 1980) mencionan hallar únicamente harpocerátidos y dactiliocerátidos del Toarciano inferior, y *Phymatoceras* cf. *copiapoense* (MORICKE) del Toarciano superior, y consideran a estas capas como niveles condensados toarcianos, sin descartar allí la presencia del Bajociano. En la cuenca Arequipa, en Puquina, Moquegua, se colectaron ejemplares del género *Stephanoceras* (Alván et al., *En prep.*). Estos niveles estarían inmediatamente encima de los niveles con la zona de *E. sauzei.*

En la cuenca Pucará, en Huancayo, Jaworski (1915), Steinmann (1929) y Westermann et al. (1980), describieron ejemplares de la zona de *E. sauzei* del Bajociano inferior y además de la zona de *P. singularis* (parte inferior de la zona de *E. giebeli*), mientras que en Ayacucho registran a la zona de *Kirschneri* (= parte inferior de la zona de *S. humphriesianum* o *E. sauzei*). La zona de *S. humphriesianum* es reportada en la cuenca Pucará, Huancavelica, por Jaworsky (1915) y Steinmann (1929) y Westermann et al. (1980). En Paras, Ayacucho, el género *Leptosphinctes* está asociado con *Spiroceras orbigny* (BAUGIER & SAUZE), correspondiendo posiblemente a la zona de *Megasphaeroceras rotundum*, de la parte más alta del Bajociano superior. En Tacna, en capas de la Fm. Puente, Westermann et al. (1980) mencionan a *Cadomites* cf. *crassispinosus* KOPIK, asociado a *Bositra* sp., destancándose el primer hallazgo de ejemplares del grupo de *Cadomites psilacanthus* (similar al *C. psilacanthus*, también de la zona de *M. rotundum*).

Bathoniano. A. v. Hillebrandt en Yura, colectó y determinó ejemplares del Bathoniano superior tales como *Lilloetia* spp., *Xenocephalites* sp. y *Epistrenoceras* sp., debajo de las capas con reineckeidos (citado por Westermann et al., 1980). Investigaciones realizadas en Tacna por A. v. Hillebrandt (en Westermann et al. 1980) mencionan la presencia de capas con ejemplares del género *Epistrenoceras*, *Eurycephalites*, *Cadomites*, *Oxycerites* y *Choffatia*, confirmando lo reportado por Szekely (1967).

Caloviano. En el Perú, no se tenían reportes de biozonas de esta edad, hasta los reportes de Westermann et al. (1980) en Yura, y Wittmann (2001) en La Yarada. Sin embargo, se ha citado repetidas veces la presencia de reineckeidos por Jaworski (1915) en el Grupo Launillas de Puno, y por W. Jenks en Arequipa, incluyendo menciones más recientes por Alván et al. (2010). Por otro lado, Westermann et al. (1980) mencionan en Querobamba, Arequipa, en las lutitas de la Fm. Puente a *Eurycephalites* cf. *bosei* BURCKHARDT del Caloviano inferior, asociado con *Gryphaea* cf. *tricarinata* PHILIPPI, los cuales podrían pertenecer a la zona de *E. vergarensis* (= *B. bullatus*) de Riccardi (2008), establecida como la primera zona del Caloviano. Westermann et al. (1980) visitaron la quebrada Quentos y el intervalo Cincha-Lluta en Yura, y confirmaron la presencia de amonites calovianos en la Fm. Puente. Aquí, mencionan lutitas con *Eurycephalites* sp., reineckeidos y hecticocerátidos en nódulos, intercaladas con areniscas, pudiendo corresponder a las zonas de *H. proximum* (= *M. gracilis*) o *R. anceps*. Amonites de la zona de *H. proximum* fueron colectados en Tacna por Stehn (1923) y Steinmann (1929), donde además Wilson & García (1962) mencionan en Calientes, Tacna, a ejemplares del género *Macrocephalites* y *Reineckeia*. En niveles similares de la quebrada Guaneros, en Moquegua, Westermann et al. (1980) colectaron a *Reineckeia* sp., *Peltoceras* sp., *Macrocephalites* sp. y *Grossouvria* cf. *curvicostata*, pudiendo pertenecer a la zona de *H. proximum.*

En La Yarada, en los cerros Fuerte de los Españoles y cerro Miraflores, Wittmann (2001) colectó a *Rehmannia* ex gr. *stehni* (ZEISS) de la zona de *H. proximum*, en asociación con *Bositra buchii* (RÖMER) y *Bositra* sp. García (1978) en el cerro Chichilín, camino a Omate, colectó a *Macrocephalites* ind. y *Hecticoceras hecticum* REINECKE, así como también en el cerro Blanco en Puquina, Arequipa, abundantes reineckeidos, *Xenocephalites* cf. *neuquensis* STEHN y *Hecticoceras hecticum* REINECKE, asociado a *Posidonia escuttiana* DOUGLAS. De igual modo en Coalaque, Moquegua, se realizó colectas de reineckeidos asociados a *P. escuttiana* DOUGLAS (determinado por A. Pardo). Ejemplares de la zona de *R. anceps* fueron colectados por Benavides (1962) en Yura, mencionando a *Reineckeia* cf. *brancoi* STEINMANN y *Reineckeia multicostata* STEHN, sugiriendo a estos niveles la zona de *S. calloviense*. Sin embargo, aquí se sugiere que pertenecerían a la zona de *R. anceps*. Westermann et al. (1980) revisó las muestras colectadas por W. Jenks, en Yura y en Lagunillas, Puno, revaluando abundantes reineckeidos junto con algunos hecticocerátidos, pudiendo ser asignados todos éstos a la zona de *H. proximum* y *R. anceps*. En Socosani, Alván et al. (*En prep.*) colectan especímenes determinados como *Rehmannia* (*R.*) *brancoi* STEINMANN, *Rehmania* cf. *R. patagoniense*, *Hecticoceras* (*Putealiceras*) *schalchi* (ZEISS) y *Hecticoceras* sp. en lutitas, y en niveles repetitivos y alternantes se hallan reineckeidos, confirmando las zonas de *H. proximum* y *R. anceps*.

Oxfordiano. Las zonas de esta edad están representadas por perisphínctidos colectados por Benavides (1962) y Vicente (1981) en Yura, algunos metros encima de los niveles con reineckeidos y *Macrocephalites* que corresponderían a la parte superior de la Fm. Cachíos. Así también Wittmann (2001) describe en la Fm. Huantajaya, norte de Chile, a las zonas de *Dimorphosus*, *Eugenii*, *Dunkeri*, *Transversarium*, *Bifurcatus*, *Bimammatum* y *Planula*, del Oxfordiano.

Kimmeridgiano. No se cuenta con reportes de amonites de esta edad hasta el momento en el sur de Perú. Sin embargo, evidencias de rocas de esta edad están dadas por pelecípodos y por otros fósiles asociados que se acercan a este rango. Sucede de igual modo en los andes Argentino-Chileno.

Tithoniano. En el abra de Tiabaya, Arequipa, N. Newell (en Jenks, 1948) estudió amonites del Jurásico superior en areniscas y lutitas, tales como *Berriasella* cf. *B. chillonensis* RIVERA, *Berriasella* sp. y abundantes parahoplítidos sin determinar. R. Rivera indica (en Wilson & García, 1962) que estas capas contienen fósiles que sugieren el Tithoniano superior o Berriasiano inferior. García (1978) menciona que estas capas se correlacionan con la Fm. Puente Inga de Lima, y con la Fm. Punta Moreno del Grupo Chicama (Tithoniano superior) en el norte de Perú. Geyer (1983) en Tiabaya, Arequipa, describe a los géneros *Leptoceras*, *Neochetoceras*, *Berriasella*, *Parodontoceras*, *Hemispiticeras*, *Dickersonia* y *Cuyaniceras*, siendo sincrónicos con los anteriormente mencionados, pero encontrándose muchas diferencias en la morfología de los ejemplares de ambas especies tipo de cada género. Este autor compara la fauna colectada en el abra de Tiabaya en Arequipa con la reportada en Cuba del mismo intervalo de tiempo. De acuerdo con Enay et al. (1996), en éste intervalo puede reconocerse la zona de *Alternans* (= *Micracanthoceras microcanthum*), reportado tanto en el norte como en el sur de Perú, comprendiendo formas del intervalo Tithoniano-Berriasiano tales como *Thurmanniceras* sp. (= *Parodontoceras angasmarcaense*, y *Hemispiticeras steinmanni* (STEUER) de la zona de *W. internispinosum* del Tithoniano medio (Enay et al., 1996). En la quebrada Chapi, en el cuadrángulo de Puquina en Arequipa, se describen lutitas negras con abundante yeso, conteniendo ejemplares determinados como *Catutosphinctes americanensis* (LEANZA, H.), asociado con otros perisphínctidos, que pertenecerían a la zona de *W. internispinosum*. *C. americanensis* es una especie descrita en Argentina por Leanza (1980) en niveles de la Fm. Vaca Muerta del Grupo Mendoza en la cuenca Neuquina, que hasta hace poco eran considerados del Tithoniano medio parte superior (Leanza & Zeiss, 1900, 1992), pero a los que actualmente se les asigna el Tithoniano superior parte inferior (Zeiss & Leanza, 2008). Por lo tanto, en Perú, estos niveles corresponderían al Tithoniano medio a superior de la Fm. Labra de la cuenca Arequipa.

CONCLUSIONES

Durante el Aaleniano, Bajociano y Bathoniano habitaron en la cuenca ejemplares de las familias Phymatoceratidae HYATT, Stephanoceratidae NEUMAYR y Sphaeroceratidae BUCKMAN. De acuerdo a Westermann (1980) los Phymatoceratidae corresponden a ambientes necto-bentónicos entre 30 a 50 m de

profundidad, siendo poco hidrodinámicos. De acuerdo al análisis de facies (Alván, 2009) el paleoambiente sugerido correspondería tanto a un ambiente estuarino, seguidamente al de una plataforma carbonatada interna. Los Stephanoceratidae y Sphaeroceratidae son considerados como organismos que habitaron mares neríticos someros hasta los 100 m de profundidad, de hábitos pelágicos planctónicos y con movilidad lenta. Durante el Caloviano, habitó la familia Reineckeiidae, la se asocia a mares neríticos de entre 50 a 100 m de profundidad junto con las familias Spiroceratidae y Macrocephalitidae hasta el Tithoniano. En este tiempo se diversificaron las familias Perisphinctidae y Oppeliidae, las que habitaron ambientes neríticos de entre 80 y 200 m de profundidad máxima, respectivamente, siendo sus condiciones de vida de amplia hidrodinámica (Westermann, 1990). Estas paleoprofundidades, en esta serie, son relativamente mayores, en comparación a las registradas en el Jurásico medio, puesto que los mares estuvieron en pleno proceso de expansión, de igual modo que el espacio de acomodación en la cuenca.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. A. v. Hillebrandt de la Universidad Técnica de Berlín, por su apoyo en la determinación y revisión de amonites.

REFERENCIAS

Alván, A., Hillebrandt, A. v., Seibertz, E., Acosta, H. & Carlotto, V. (*En prep.*). Jurásico marino en el Perú: Contribuciones en paleontología de amonites y Organización cronozonal. INGEMMET, Boletín Serie D, Estudios Especiales; 80 p.

Benavides, V. (1962).- Estratigrafía Pre-terciaria de la región de Arequipa. II Congreso Nacional de Geología, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Tomo 38; p. 5-63.

Enay, R., Barale, G., Jacay, J. & Jaillard, E. (1996). Upper Tithonian Ammonites and Floras from the Chicama Basin, Northern Peruvian Andes. GeoResearch Forum, Switzerland, Vol. 1-2; 221-234.

Geyer, O. (1983). Obertithonische Ammoniten-Faunen von Peru. Stuttgart. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil II, H. 3/4; p. 335-350.

Hillebrandt, A. v. & Westermann, G. (1985).- Aalenian (Jurassic) Ammonite Faunas and zones of the Southern Andes. Zitteliana, Vol. 12; p. 3-55. Circum-Pacific Jurassic, Project # 171.

Jaworski, E. (1915). Beiträge zur Kenntnis des Jura in Süd-Amerika, Teil II. En: Steinmann (Ed.): Beiträge zur Geologie un Paläontologie von Südamerika. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Tomo 37, Vol.; p. 285-342.

Leanza, H. (1980). The Lower and Middle Tithonian Ammonite Fauna from Cerro Lotena Province of Neuquén, Argentina. Zitteliana 5; p. 3-49.

Leanza, H.A. y Zeiss, A. (1990). Upper Jurassic Lthographic Limestones from Argentina (Neuquén Basin): Stratigraphy and Fossils. Facies, 22: 169-186, Erlangen.

Leanza, H.A. y Zeiss, A. (1992). On the ammonite fauna of the Lithographic Limestones from the Zapala region (Neuquén province, Argentina) with the description of a new genus. Zbl. Geol. Paläont. Teil 1 (1991), 6: 1841-1850. Stuttgart.

Page, K. (2003).- The Lower Jurassic of Europe: its subdivisión and correlation. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, Nº 1; p. 23-59.

Riccardi, A. (2008).- El Jurásico de la Argentina y sus amonites. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Vol. 63, N° 4; p. 625-643.

Steinmann, G. (1929). Geologie von Peru. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchlandlung; 448 p.

Westermann, G. E. G. (1990). New developments in Ecology of Jurassic-Cretaceous ammonoids. En Convegno Internazional Fosili, Evoluzione, Ambiente, Nº 2, Actas; p. 439-478.

Westermann, G. E. G. & Riccardi, A. (1979). Middle Jurassic ammonoid fauna and biochronology of the Argentine-Chilean Andes. II. Bajocian Stephanocerataceae. Paleontographica A164; p. 85-118.

Wittmann, S. (2001).- Wechselwirkungen zwischen karbonatischer und vulkaniklastischer Sedimentation auf dem jurassischen Vulkanbogen in der chilenisch/peruanischen Küstenkordillere (Südamerika). Tesis doctoral, Universidad Técnica de Berlín; 180 p.