

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

¹Aldo Alván, ¹Harmuth Acosta, ²Dana Gutiérrez, ¹Jarold Arévalo, ¹Elvis Sánchez & ¹Luz Tejada

¹INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima. E-mail: aalvan@ingemmet.gob.pe

²Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. E-mail: danaandrea_25@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivo agrupar, equivaler y correlacionar las biozonas de amonites en la cuenca Arequipa con las reportadas en Sudamérica, y los estándares europeos (Page, 2003), con la finalidad de organizar las líneas de tiempo del Jurásico inferior y apoyar en la elaboración de su respectivo mapa paleogeográfico. Se estudia las rocas de esta edad precisamente en Arequipa, Moquegua y Tacna. Existen varias colectas de amonites y numerosos trabajos de elaboración y asignación biozonal por diferentes autores en ésta cuenca (Hillebrandt, 1987, 2002, 2006; entre otros). Sin embargo, la mayor parte de éstos se hallan dispersos, y de alguna manera, aislados del contexto estratigráfico. Mediante un cuadro de correlación a nivel de ésta cuenca, se elabora un armazón bioestratigráfico con líneas de tiempo estándares para el sur de Perú, haciendo mención de las cronozonas y horizontes del Hettangiano al Toarciano. Este trabajo forma parte de los productos del proyecto GR1: “Geología de la costa sur y vertiente oeste de la Cordillera Occidental” del INGEMMET.

ANTECEDENTES

La cuenca Arequipa-Tarapacá ha sido motivo de investigaciones por parte de numerosos especialistas, quienes definen la estratigrafía aplicando diversas disciplinas de las geociencias. Los trabajos en bioestratigrafía de amonites jurásicos en nuestro país esta en su parte inicial. Sin embargo existen buenos trabajos bioestratigráficos en Perú y se extienden a lo largo de casi toda Sudamérica, tales como Tilmann (1917), Westermann (1980), Westermann et al. (1980), Hillebrandt (1987, 2002, 2006), Prinz (1985), Riccardi (2008), entre otros.

CRONOESTATIGRAFÍA: BIOZONAS DE AMONITES

Se tiene biozonas reportadas en Perú por los autores arriba mencionados, y las realizadas por Riccardi (2008) en el norte de Chile y Argentina, elaborando un cuadro de biozonas para Perú, con sus respectivas correlaciones en Sudamérica, y comparadas con las reportadas en Europa (Page, 2003). Es necesario resaltar que las especies en estas latitudes son muy similares a las euroasiáticas por la existencias del antiguo paso entre el mar de Tethys y el Océano Paleopacífico (Prinz, 1985; Westermann et al., 1980). Aquí, las biozonas son descritas por edades.

Hettangiano. Esta edad ha sido reportada por Prinz (1985), Hillebrandt (2000) y Hillebrandt & Krystyn (2009), por el momento únicamente en el valle de Utcubamba y en Huancayo. Comprende a las zonas de *P. planorbis*, *A. liasicus* y *S. angulata*, y últimamente se adicionó la zona de *P. tilmanni* como base del Hettangiano (Hillebrandt & Krystyn, 2009) con *Psiloceras spelae*. La zona de *A. liasicus* está representada en Bagua por el género *Alsatites*, y también en la Cordillera de Domeyko, Hillebrandt (1987) con *Caloceras canadense* (FREBOLD), *Alsatites* cf. *palystoma* (LANGE). La zona de *S. angulata* fue descrita en Bagua por Geyer (1979), Prinz (1985), Hillebrandt (1994) y Prinz & Hillebrandt (1994), y también en el norte de Chile y en la cuenca Neuquén-Mendoza, Argentina (Hillebrandt, 2000). En la cuenca Arequipa no se ha reportado especies del Hettangiano, posiblemente debido a que las litofacies de esta edad en esta latitud, corresponden a ambientes continentales y/o mixtos someros (Acosta et al., *en prep.*). En el norte de Perú, ejemplares de estas zonas fueron hallados por Tilmann (1917) y Geyer (1979).

Sinemuriano. El Sinemuriano inferior se reporta en Chile y Argentina, Colombia, Ecuador y también en Perú por diversos investigadores (Tilmann, 1917; Schindewolf, 1957; Vargas, 1970; Benavides, 1962; Geyer,

1979; Hillebrandt, 1987, 2000; Riccardi, 2008). La primera biozona en la cuenca Arequipa-Tarapacá es *A. bucklandi* y es reportada en Yura. Comprende a las especies *Coroniceras* (*C.*) cf. *rotiforme* (SOWERBY), *Coroniceras* sp., *Arnioceras* sp., *Arnioceras* cf. *ceratitoides* (QUENSTEDT) y Arietitidae ind., hallados en limolitas calcáreas prodeltaicas. Muchos ejemplares que corresponden a la zona de *A. bucklandi* son reportados en Bagua, Amazonas, por Tilmann (1917), Prinz (1985), Hillebrandt (1981) y Schaltegger et al. (2008).

En Chachapoyas y en San Vicente, ejemplares de la parte basal de la zona de *A. semicostatum* han sido reportados por Tilmann (1917), Schindewolf (1957) y Geyer (1979), quienes describieron varios arniocerátidos de la zona de *A. semicostatum*, además de *Microderoceras* sp. ex gr. *bispinatum* (GEYER), los que son considerados por Hillebrandt (1987) como ejemplar de la zona de *C. turneri*. Menciona además que estas especies son escasas en el norte de Chile y están encima de niveles con *Arnioceras*. Sin dudas, esta línea es extendible desde el norte de Perú hasta Argentina. La zona de *A. obtusum* está presente en Tingo, Amazonas y Huaripalla, Junín mediante abundantes *Ephopioceras*, por Prinz (1983). La zona de *O. oxynotum* ha sido reportada en Lagunillas, Puno, por Hillebrandt (1987), colectando a *Plesechioceras arcticum*, *Paltechioceras* sp. y *Microderoceras* cf. *oosteri* (HUG), y los extiende hasta la parte media o superior de la zona de *E. raricostatum*. En Huancayo y en Palca, Tacna, Hillebrandt (1971, 2002) encontró el género *Microderoceras*, y los compara con las especies *Cruciloboceras evolutum*, *C. venarense* y *C. uhligi* de la parte más superior de la zona de *E. raricostatum*. En Lagunillas, Puno, Hillebrandt (1987) hace mención de *Plesechioceras arcticum*, *Paltechioceras* sp. y *Microderoceras* cf. *oosteri* (HUG), y los asigna posiblemente a la parte media o superior de la zona de *E. raricostatum*. De igual modo Alván et al. (*en prep.*) colectan echiocerátidos de la zona de *E. raricostatum* de la parte superior del Sinemuriano superior en Palca, Tacna.

Pliensbachiano. Este piso comprende a las zonas de *U. jamesoni*, *T. ibex*, *P. davoei*, *A. margaritatus* y *P. espinatum* (Page, 2003). Esta edad en Perú y en Sudamérica está representada por las zonas de *Tropidoceras* (= *U. jamesoni* superior o *T. ibex* inferior), *M. externum* (= *T. ibex*), *E. meridianus* (= *T. ibex* superior o *P. davoei* inferior) y *F. fannini* (= *A. margaritatus* inferior), por Hillebrandt (1981, 1987, 2006). Se colectaron ejemplares de esta edad en Chachapoyas, Huancayo, Puno y en Tacna (Palquilla y Palca). Hillebrandt (2006) reporta en Tacna a la zona de *Tropidoceras*, comprendiendo a la familia Polymorphitidae, teniendo a los grupos *Cruciloboceras* (*Metaderoceras*) *evolutum*, *C. venarense* y *C. uhligi*, hallados junto con *Tropidoceras* sp. y ? *Juraphyllites* sp. La zona de *M. externum* está presente en Mañazo, Puno, con el horizonte de *M. Santanderi* (*Metaderoceras* gr. *gemmellaroi-evolutum*) encima de *Paltechioceras* cf. *tardecrecens* y *Eoderoceras* sp. (del horizonte de *P. oosteri*) (Hillebrandt, 2006). Los mismos ejemplares son reportados en el cerro Pelado, Palca, encima de ? *Paramicroderoceras*, y en Palquilla, debajo de horizontes con *E. meridianus*. La zona de *E. meridianus* ha sido elaborada por Hillebrandt (1987, 2006) en Palquilla, Tacna con *Eoamaltheus meridianus* y *E. ovatus*, y en Utcubamba, con *Uptonia* cf. *obsoleta* encima de los estratos con *Cruciloboceras* (*Metaderoceras*), *Cruciloboceras submuticum* en el norte de Perú.

En las últimas colectas de campo en el cerro Palquilla, Tacna, se tiene registrado a *Tropidoceras flandrini* cf. *obtusum* (FUTTERER) y *Tropidoceras* sp., siendo representativos del horizonte de *T. flandrini* de la zona de *M. externum*. Encima de estos se tiene a *M. santanderi* HILLEBRANDT del horizonte de *M. santanderi*. El horizonte de *M. santanderi* en Mañazo, Puno, Hillebrandt (2006) comprende capas con *Echioceratoides paisajensis* y *Paltechioceras* cf. *tardecrecens* del Sinemuriano superior, a niveles de lutitas y calizas negras conteniendo a *Meridiceras santanderi* HILLEBRANDT y *Metaderoceras* gr. *gemmeraloi-evolutum*, correspondientes al horizonte de *M. santanderi* de la zona de *M. externum*. De modo similar, en el cerro Pelado, Tacna, Hillebrandt (2006) menciona a *Metaderoceras* gr. *gemmeraloi-evolutum* del horizonte de *M. santanderi*, y en capas sucesivas a *Eoamaltheus meridianus* con *Eoamaltheus ovatus* HILLEBRANDT del horizonte de *E. meridianus* de la parte basal de la zona del mismo nombre. En Palquilla, encima del horizonte de *M. santanderi*, se tiene a *Dubariceras crassum* HILLEBRANDT del horizonte de *D. latidorsale*, y encima del horizonte de *T. flandrini* (Alván et al., *en prep.*) colectados en calizas de plataformas carbonatadas internas. En Palquilla, Tacna, Hillebrandt (2006) describe encima de la zona de *E. meridianus* a ejemplares del género *Fanninoceras*, *Pseudomiltha* y *Fanninoceras* ex gr. *F. carlottense/disciforme*. Menciona además que estas capas se hallan algunos metros debajo de las capas con ejemplares del género *Dactylioceras* del Toarciano. Las zonas de *F. fannini* y *F. disciforme* han sido

descritas en la quebrada El Asiento, Manflas, Salar de Pedernales en el norte de Chile y en Neuquén (Hillebrandt, 2006).

Toarciano. Las zonas europeas del Toarciano son *D. tenuicostatum*, *H. serpentinum* (= *D. hoelderi*), *H. bifrons* (= *P. largaense* y *P. pacificum*), *H. variabilis* (= *C. chilensis* y *P. toroense*), *G. thouarsense* (= *P. copiapuense*), *P. dispansum* (= *P. tenuicostatum* inferior), *D. pseudoradosa* (= *P. tenuicostatum* superior) y *P. aalensis* (= *P. fluitans*, = *Dumortieria*), por Hillebrandt (1987) y Hillebrandt & Schmidt-Effing (1981). Hillebrandt (1987) considera a la familia Dactylioceratidae y Hildoceratidae como elementos principales para la división cronozonal del Toarciano inferior y medio en Sudamérica. De similar manera, refiere a los ejemplares de los géneros *Phymatoceras*, *Phlyseogrammoceras*, *Pleydellia* y *Hammatoceras* como útiles en la división de las cronozonas de la parte superior del Toarciano medio y el Toarciano superior, estando presentes en Argentina, Chile y Perú.

En Yura, Arequipa, la zona de *D. hoelderi* esta representada por *Hildaites* cf. *levisoni*, 15 m encima de *Plicatostylus* sp. (Hillebrandt, 1987). El primer reporte de esta edad en Yura fue de Benavides (1962) con *Phymatoceras* sp. junto con pelecípodos, posiblemente correspondientes a la zona de *H. bifrons*. Wilson & García (1962) hallaron en Tacna, amonites que Hillebrandt (1987) considera como *Peronoceras* cf. *bolitoense*. En niveles superiores menciona a *Dactylioceras* sp., *Zugodactylites* sp. y *Phymatoceras* sp. Esta asociación podría corresponder fácilmente a la zona de *H. bifrons*. Seguido a estos niveles Hillebrandt (1987) menciona ejemplares del Bajociano. La zona de *C. chilensis* en Chile y en Perú está representada por el género *Peronoceras*. La división de esta biozona fue propuesta por Hillebrandt & Schmidt-Effing (1981) en dos subzonas, tales como la subzona de *P. bolitoense* y subzona de *P. moerickei*. En el río Chili, Yura, la subzona de *P. bolitoense* está representada por fragmentos de *Hildoceras* cf. *chrysanthemum*, y varios niveles con dactyliocerátidos, *Harpoceras* sp. y *Phymatoceras* sp. (Hillebrandt, 1987), además del hallazgo de *Peronoceras* cf. *vortex*. En Perú no se hallaron ejemplares de la subzona de *P. moerickei*. La zona de *Phlyseogrammoceras* (?) *tenuicostatum* (= *P. dispansum*) se reporta en la quebrada El Burro, en Yura, con las colectas de *Hammatoceras* sp. y *H. insigne* (ZIETEN), que corresponde a la parte media del Toarciano superior (Alván et al., *en prep.*). Estos ejemplares fueron tomados de conglomerados estuarinos de matriz calcárea, junto con un *Thalattosuchia*. La zona de *P. fluitans* corresponde a la última biozona del Toarciano superior y está representada por la especie *Pleydellia fluitans*, teniendo en el cerro Palquilla, Tacna, a *P. (Cotteswoldia)* gr. *paucicostata* BUCKMAN, y en San Francisco, Tacna, a *Pleydellia* sp. y *Cotteswoldia fluitans* (DUMORTIER), y son asignados a esta zona (Alván et al., *en prep.*). Estas especies se colectaron en litofacies de plataformas carbonatadas internas. La zona de *P. fluitans* fue hallada en diferentes localidades del norte de Chile (Hillebrandt, 1987), entre Salar de Pedernales y Río Tránsito. En estos sitios, Hillebrandt (1987) describe en la parte más inferior a *Pleydellia* cf. *fluitans*, y en la parte superior a *Bredyia manflasensis* WESTERMANN del Aaleniano. En Argentina, Hillebrandt (1987) describe en la quebrada Honda a los ejemplares *Pleydellia* cf. *lotharingica*, *Pleydellia* cf. *fluitans*, *Dumortieria* cf. *pusilla* JAWORSKI y *Sphaeroocoeloceras brochiiforme* JAWORSKI, y encima de éstos a *Hammatoceras porcarellense* BONARELLI.

CONCLUSIONES

Las cronozonas *C. turneri* y *A. obtusum* del Sinemuriano superior están ausentes en la cuenca Arequipa-Tarapacá, sin embargo son reportadas en el norte de Perú, en el norte de Chile y Argentina. De igual modo las zonas de *M. chilcaense*, *A. behrendseni*, *F. fannini* y *F. disciforme* del Pliensbachiano, y las zonas de *H. variabilis* y *P. copiapuense* del Toarciano. Paleocológicamente, según Westermann (1990), las familias Arietitidae, Eoderocerataceae, Hildocerataceae, Dactylioceratidae y Hammatoceratidae habitaron en ambientes neríticos entre 30 a 50 m de profundidad marina y hasta 250 m de máxima profundidad durante el Hettangiano (norte de Perú) hasta tiempos Pliensbachianos, mostrando una ligera somerización en la cuenca desde mediados del Toarciano (principalmente los hildocerátidos, dactyliocerátidos y hammatoceratidos). Las cavidades sifonales de estas familias resistieron en promedio entre 4 a 6 MPa (Westermann, 1990), correspondiendo a aguas someras. El costillaje tosco nos sugiere una natación torpe y lenta. Por análisis de litofacies y la paleobatimetría obtenida del hábitat de los amonites, se interpreta que los ambientes de sedimentación de la cuenca Arequipa-Tarapacá durante el Jurásico inferior corresponden a ambientes fluviales y mixtos durante el Hettangiano, y durante el Sinemuriano y Pliensbachiano, se interpreta

prolongadas etapas transgresivas, donde se tuvo ambientes marinos someros, deltaicos (de frente deltaico a prodeltaicos), hasta nuevamente tener sedimentación fluvial mixta hacia el oeste, y plataformas carbonatadas internas muy someras al este, desde fines del Pliensbachiano al Toarciano inferior. La cuenca Arequipa, durante el Jurásico inferior, comprendió mares someros y no muy profundos.

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

- Acosta, H., Alván, A., Mamani, M., Oviedo, M. & Rodríguez, J. (*en prep.*). Geología de los cuadrángulos de Pachía (36-v) y Palca (36-x). INGEMMET, Boletín Serie A, Estudios Geológicos Regionales.
- 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.
- 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.
- Geyer, O. (1979). Ammoniten aus dem Tienen Unterjura von Nord-Peru. *Paläont. Z.*, Vol. 53, 3/4; p. 198-213.
- Hillebrandt, A. v. (1987). Liassic ammonite zones of South America and correlations with other provinces. With description of new genera and species of ammonites. En: Volkheimer, W. (Ed.): *Biostratigrafía de los sistemas regionales del Jurásico y Cretácico en América del Sur*, Mendoza; p. 111-157.
- Hillebrandt, A. v. (2000). Die ammoniten-Fauna des sudamerikanischen Hettangium (basaler Jura), Teil I, II, III. *Palaeontographica* A257: 85-189, A258: 1-64; 65-116.
- Hillebrandt, A. v. (2002). Amoniten aus dem oberen Sinemurium von Südamerika. *Revue de Paléobiologie*, Vol. 21, N° 1; p. 35-147.
- Hillebrandt, A. v. (2006). Ammoniten aus dem Pliensbachium (Carixium und Domerium) von Südamerika. *Revue de Paléobiologie*, Vol. 25, N° 1; p. 1-403.
- Hillebrandt, A. v. & Schmidt-Effing (1981). Ammoniten aus dem Toarcium (Jura) von Chile (Südamerika). Die Arten der Gattungen *Dactyloceras*, *Nodicoeloceras*, *Peronoceras* und *Collina*. *Zitteliana*, Vol. 6; 64 p.
- Vargas, L. (1970). Geología del cuadrángulo de Arequipa (Hoja 33-s). Servicio de Geología y Minería de Perú (actualmente INGEMMET), Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 24; 64 p.
- Page, K. (2003). The Lower Jurassic of Europe: its subdivision and correlation. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*, N° 1; p. 23-59.
- Pino, A. (2003). Estratigrafía y paleogeografía del intervalo Paleozoico superior-Cretáceo inferior en el extremo Sur del Perú (Área Mal Paso-Tacna). Tesis de Bachiller; Universidad Jorge Basadre Grohman; 144 p.
- Prinz, P. (1985). Stratigraphie und Ammonitenfauna der Pucará-Gruppe (Obertrias-Unterjura) von Nord-Peru. *Palaeontographica*, Abt., N° 188, (4-6), p. 153-197.
- Riccardi, A. (2008). El Jurásico de la Argentina y sus amonites. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 63, N° 4; p. 625-643.
- Schaltegger, U., Guex, J., Bartolini, A., Schoene, B. & Ovtcharova, M. (2008). Precise U-Pb age constrains for end-Triassic mass extinction, its correlation to volcanism and Hettangian post-extinction recovery. *Earth and Planetary Science Letters*, N° 267; p. 266-275.
- Tilmann, N. (1917). Die Fauna des Unteren Lias in Nord-und Mittelperu. *Neues Jahrbuch für Geologie*, Vol. 41, p. 628-712.
- Vicente, J.-C. (1981). Elementos de la Estratigrafía Mesozoica Sur-peruana. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico: Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur. Vol. 1; p. 319-351.
- Westermann, G. E. G. (1980). Ammonite Biochronology and Biogeography of the Circum-Pacific Middle-Jurassic. *Systematics Association, Special Volume* N° 18; p. 459-498.
- Westermann, G. E. G. (1990). New developments in Ecology of Jurassic-Cretaceous ammonoids. En *Convegno Internazionale Fossili, Evoluzione, Ambiente*, N° 2, Actas; p. 439-478.