

PALEONTOLOGIA**Sobre les pues del gènere *Hemidiadema Agassiz, 1846*
(Echinoidea)**Enric Forner, Àlex Ossó, Joaquim Pastó & Joaquin Segura.¹**RESUM**

Es descriu per primera vegada una pua del gènere *Hemidiadema Agassiz, 1846*, pertanyent a l'espècie *H. batalleri*, Clément, 2015 de l'Aptià inferior de la subconca del Perelló (el Baix Ebre, Catalunya). Es comparen les mides de la nova mostra de *H. batalleri* amb les mides del treball original de descripció. S'esmena en part i es completa la diagnosi del gènere feta per CLÉMENT (2013).

Paraules clau: Camarodonta, Glyphocyphidae, *Hemidiadema batalleri*, pua, Aptià, formació del Forcall, conca del Maestrat, subconca del Perelló.

ABSTRACT

On the spines of the genus *Hemidiadema Agassiz, 1846* (Echinoidea). A spine of the genus *Hemidiadema Agassiz, 1846*, belonging to the species *H. batalleri* Clément, 2015, from the lower Aptian of the Perelló Sub-basin (el Baix Ebre, Catalonia) is described for the first time. The dimensions of the new sample of *H. batalleri* are compared with the dimensions of those of the original work. The diagnosis of genus made by CLÉMENT (2013) is amended in part and extended.

Keywords: Camarodonta, Glyphocyphidae, *Hemidiadema batalleri*, spine, Aptian, Forcall Formation, Maestrat Basin, Perelló sub-basin.

1. Introducció

Del gènere *Hemidiadema Agassiz, 1846*, que té assignades 7 espècies (CLÉMENT, 2015), no es coneixia com eren les pues, segons afirmen SMITH & KROH (2016).

¹Ateneu de Natura. Sant Roc, 125 3r 5a, 12004 Castelló de la Plana
correu-e: ateneudenatura@gmail.com

En els treballs més recents de revisió del gènere (CLÉMENT et al., 2012; CLÉMENT, 2013, 2015) tampoc consta cap indicació sobre les pues de cap de les espècies conegudes. Tot i que CLÉMENT (2013:7) va citar uns treballs en preparació on s’anunciava que les pues de dues espècies estaven en estudi, en la publicació posterior de 2015, sobre 5 espècies del gènere, una d’elles amb nomenclatura oberta, no s’indica res sobre les pues de cap d’elles, ni es fa al·lusió a cap treball en preparació o pendent sobre aquest particular.

Revisant el material de col·leccions privades de la localitat tipus, la cala dels Moros (el Perelló), s’ha advertit l’existència d’una pua associada a *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015, que tot i ser incompleta aporta informació desconeguda fins ara de les característiques de les espines del gènere.

2. Material i mètodes

2.1 Entorn geogràfic i geològic

La localitat tipus de la *H. batalleri*, a la cala dels Moros, està situada al terme municipal del Perelló (el Baix Ebre, Catalunya), al sud del cap de la Punta de l’Àliga, vora mar. La zona queda dins de la conca del Maestrat definida per SALAS & GUIMERÀ (1996, 1997), que va estar activa des del Juràssic fins al final del Cretaci Inferior. Els citats autors la van dividir en set subconques: el jaciment pertany a la subconca del Perelló, la més septentrional.

Els nivells on es va recollir el material estan compostos d’unes margues amb fòssils pirititzats on és molt freqüent el bivalve *Plicatula placunea* Lamarck, 1819. Aquests materials corresponen a la formació Margues de Forcall (CANÉROT et al., 1982). La fauna d’ammonits de la conca del Maestrat, del Barremià fins a l’Albià, inclosa la Fm. Forcall, han estat intensament estudiades en els últims anys (LÓPEZ, 2007; MORENO-BEDMAR et al., 2009, 2010, 2012, 2014; DELANOY et al., 2013; MARTÍN-MARTÍN et al., 2013; GARCÍA et al., 2014), la qual cosa en permet l’assignació bioestratigràfica precisa (CLÉMENT 2015).

Els nivells del jaciment corresponen a la biozona *Dufrenoya furcata*, subzona *Dufrenoya furcata* (MORENO-BEDMAR et al., 2010). Els estudis recents han fixat el límit del contacte entre el Barremià i l’Àptia (GARCÍA et al., 2014; VILLANUEVA

et al., 2014) a la conca del Maestrat a la part més inferior de la Fm. Forcall, de manera que la posició estratigràfica de la part superior de la Fm. Forcall, on s'ha recollit el material estudiat, és de l'Aptià inferior. L'edat absoluta de la Fm. Forcall, segons la datació per estronci $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, és de 123,60 milions d'anys (+0,53 / -0,57), tal com es desprèn del treball de BOVER-ARNAL et al. (2016).

2.2 Material

El material examinat procedeix de la localitat tipus, la cala dels Moros (el Perelló). S'han revisat diversos exemplars, dels quals s'ha pogut obtenir alguna mesura en 8 fòssils (taula 1). Apareixen en mal estat, molt meteoritzats, la pirita oxidada i recoberts amb una matriu margosa esgrogueïda. Es diposita l'exemplar que duu associada una pua (Fig. 2) al Museu de Geologia de Barcelona (MGB) amb el número de registre MGB 70682, conjuntament amb els set exemplars mesurats amb els núms. MGB 70683 – MGB 70689 (Taula 1). S'ha estudiat també un exemplar (Fig. 3 A-C) de la col·lecció del segon autor (CAO).

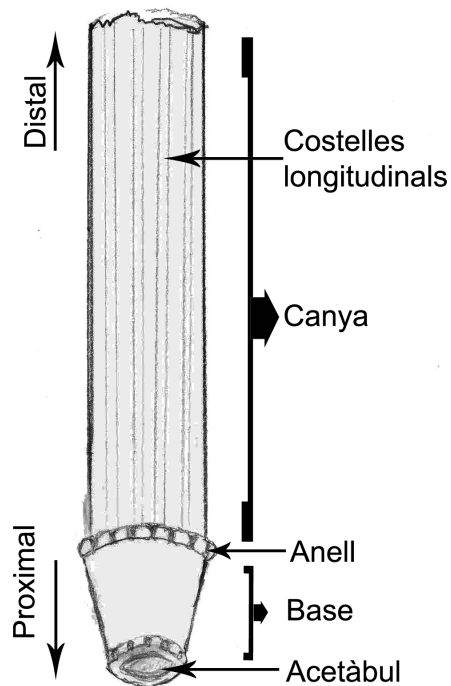


Figura 1. Dibuix idealitzat de la pua de *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 de l'Aptià del Perelló (conca del Maestrat; Catalunya). Termes utilitzats en la descripció de la pua.

Figure 1. Idealised picture of the spine of the *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015, from the Aptian of the Perelló (Maestrat Basin; Catalonia). Terms used in the description of the spine. Acetàbul: acetabulum; base: base; anell: annulus; canya: shaft; costelles longitudinals: longitudinal ribs.

2.3 Mètode

En la sistemàtica se segueix a KROH & SMITH (2010) i SMITH & KROH (2015). Pel què fa a la terminologia descriptiva i a l'orientació espacial dels exemplars, s'ha seguit allò establert, respectivament, en els capítols corresponents del *Treatise on Invertebrate Paleontology* (MELVILLE & DURHAM, 1966; DURHAM & WAGNER, 1966; FELL, 1966) i de la *Història Natural dels Països Catalans* (GALLEMÍ, 1988) per als termes en català.

S'indica en la figura 1 la terminologia emprada en la descripció de la pua amb un dibuix esquemàtic de l'espina estudiada. En la litoestratigrafia, se segueix GARCÍA et al. (2014) i en la cronoestratigrafia el treball de BOVER-ARNAL et al. (2016). En la biozonació per ammonits, a REBOULET et al. (2014). Per l'escala del temps geològic s'ha seguit a GRADSTEIN et al. (2004). Totes les mesures s'han obtingut amb un peu de rei digital, arrodonides a dècimes de mil·límetre, i es donen sempre en mil·límetres (figura 1).

3. RESULTATS

3.1 Sistemàtica paleontològica

Classe ECHINOIDEA Leske, 1778

Subclasse EUECHINOIDEA Bronn, 1860

Infraclasse ACROECHINOIDEA Smith, 1981

ECHINACEA Klaus, 1876

Ordre CAMARODONTA Jackson, 1912

Família GLYPHOCYPHIDAE Duncan, 1889

Gènere *Hemidiadema* Agassiz, 1846

Espècie tipus *Hemidiadema rugosum* Agassiz, 1846, per designació original.

Diagnosi esmenada del gènere (seguint CLÉMENT, 2013):

Glyphocyphidae de talla petita; contorn a l'àmbit circular i deprimit vist de perfil; superfície oral plana que s'enfonsa prop del peristoma; superfície apical arrodonida, generalment poc bombada.

Disc apical menut i estret, monocíclic, fortament unit a la corona, amb les plaques

ocel·lars tan amples com les genitals; les plaques genitals sobresurten lleugerament més que les ocel·lars, en forma més o menys triangular, a la part externa, on té situat el porus genital, gran i excèntric. Periprocte circular o ovalat, gran, amb diàmetre que mesura entre un 25 i un 45% del diàmetre de la corona.

Interambulacres amb plaques més amples que altes; amb només un tubercle principal situat al centre de cada placa; el conjunt de tubercles conforma en cada interambulacre dues columnes rectes de tubercles, oblics entre els de diferent columna; amb zones miliàries inexistents o molt estretes.

Ambulacres rectes, bastant amples: tenen a l'àmbit més de la meitat de l'amplada dels interambulacres (al voltant del 60%). Estan composts majoritàriament de plaques trigeminades. Zones poríferes rectes, amb el porus de forma circular o ovalada, disposat obliquament en parelles; no ténen fil·lodes. Zones interporíferes asimètriques, amb només un tubercle principal en tota la zona interambulacral, tubercles que es disposen de forma alterna, encara que quasi arriben a estar alineats per sota de l'àmbit; tubercles truncats a la sutura adradial amb l'àrea escrobicular o la base del con directament en contacte amb la zona porífera.

Tubercles primaris escrobiculats, crenulats, mugronats i perforats; areoles escrobiculars decorades amb costelles radials característiques i delimitades per un cercle de grànuls escrobiculars. Tubercles secundaris de mida molt petita, mugronats, de vegades, escrobiculats, els situats als angles adradials i interradians superiors de les plaques interambulacrals majors per sota de l'àmbit. Els grànuls miliars són poc abundants i estan localitzats dins les zones miliars interradians i perradians en l'àmbit i pel damunt.

Fossetes suturals escrobiculars i angulars, generalment, molt marcades. Peristoma circular mitjanament extens (el seu diàmetre ocupa entre un 25 i un 45% del diàmetre total de la corona), enfonsat moderadament respecte a la superfície de la corona i amb febles solcs branquials.

Les pues són crenulades, amb una base tronco-cònica que creix distalment, amb un anell estret també crenulat, sense coll marcat i amb una canya robusta, cilíndrica, decorada amb costelles longitudinals, llises i rectes. La llanterna d'Aristòtil és desconeguda.

<i>H. batalleri</i>	D	H	H/D	dpp	dpt	dpp/dpt	dpp/D	dpt/D
MGB 70682	15,3	8,5	0,56	4,3			0,28	
MGB 70863	13,3	7,4	0,56					
MGB 70684	10	5,7	0,57		3,4			0,34
MGB 70685	7,2	4,2	0,58					
MGB 70686	5,4	2,9	0,54	2,1	2,4	0,88	0,39	0,44
MGB 70687	5,4	2,9	0,54	2,6	2,6	1	0,48	0,48
MGB 70688	4,2	2,4	0,57	1,7	2,1	0,81	0,4	0,5
MGB 70689	5,1	2,8	0,55	2,6	2,5	1,04	0,51	0,49
Mitjana Mean	8,24	4,60	0,56	2,66	2,60	0,93	0,41	0,45
SD	4,17	2,34	0,01	0,99	0,48	0,11	0,09	0,07
Màxim Maximum	15,3	8,5	0,58	4,3	3,4	1,04	0,51	0,5
Mínim Minimum	4,2	2,4	0,54	1,7	2,1	0,81	0,28	0,34
n	8	8	8	5	5	4	5	5

Taula 1. Mesures de *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 de l'Aptià del Perelló (conca del Maestrat; Catalunya). Abreviatures: Museu Geològic de Barcelona, MGB; D, diàmetre; H, alçada; dpp, diàmetre del periprocte; dpt, diàmetre del peristoma; SD, desviació estàndard; n, nombre de fòssils de la mostra.

Table 1. Dimensions of *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 from the Aptian of the Perelló (Maestrat Basin; Catalonia). Abbreviations: Museu Geològic de Barcelona MGB; D, diameter; H, height; dpp, periproct diameter; dpt, peristome diameter; SD standard deviation; n, number of fossil samples.

***Hemidiadema batalleri* Clément, 2015**

(figura 2, A-B; figura 3, A-F)

1991 *Hemidiadema rugosum* Agassiz Villalba: 213; pl. 11, figs. 4-6.

1993 *Hemidiadema rugosum* Agassiz Villalba: 183; làm.11, fig. 4-6.

2012 *Hemidiadema* nov. sp. Clément et. al.: 2, fig. 3.2.

2015 *Hemidiadema batalleri* Clément: 283, làm. 3-7 i 15 (fig. 6 i 8).

Holotip: es conserva al Museu de Geologia del Seminari de Barcelona amb el número MGSB 79924.

Per a la diagnosi i la descripció es remet al detallat i precís treball original de CLÉMENT (2015). Les mesures es recullen a la taula 1.

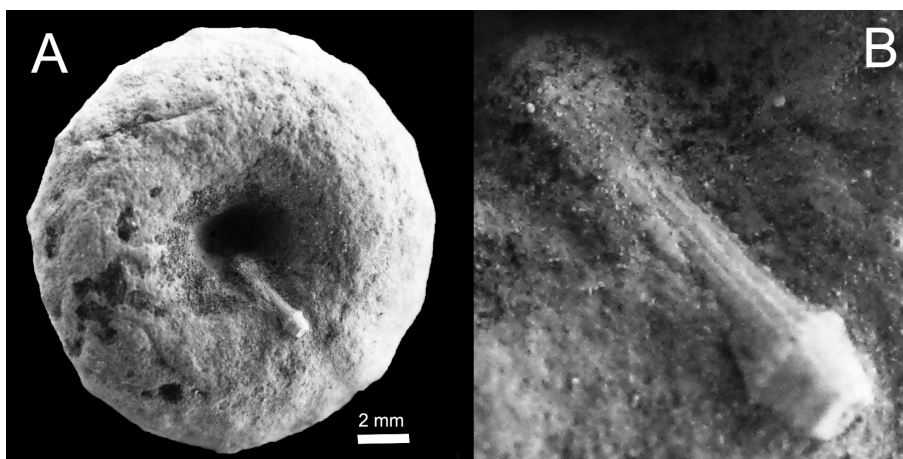


Figura 2. *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 de l'Aptià del Perelló (conca del Maestrat; Catalunya). MGB 70682, diàmetre corona: 15.3 mm. A vista oral. B detall del fragment de pua.

Figure 2. *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 from the Aptian of the Perelló, (Maestrat Basin; Catalonia). MGB 70682, test diameter: 15.3 mm. A oral view. B detail of the spine fragment.

3.2 Descripció de la pua

L'espina que s'ha conservat, considerant la mida de l'acetàbul i dels tubercles, és una pua principal. El marge de la base que confronta amb l'acetàbul és suaument crenulat en concordància amb els tubercles principals, que són semblants (fig. 3A).

La base és tronco-cònica creixent distalment, llisa. L'anell sobresurt clarament (mesura 1,1 mm de diàmetre), no és molt ample i està crenulat, tindrà unes 20 successions de mossa i dent, que ocupen tot l'alçada de l'anell. No s'aprecia coll i la canya neix directament al damunt de l'anell, és regularment cilíndrica i està decorada per unes 12 costelles longitudinals, llises, rectes i regulars. L'espai intercostal és un poc més ample que les costelles.

En conjunt és veu una pua robusta en relació a la mida de l'erigó. El diàmetre

de la canya, d'uns 0,7 mm, representa un 0,5% del diàmetre de la corona (15,3 mm). No es pot saber quina llargària total tindria, el fragment mesura 3,4 mm. (figures 1 i 2 A-B).

Mesures de la pua. Diàmetre de la corona de l'exemplar portador de la pua: 15,3 mm; alçada: 8,5; longitud fragment pua: 3,4 mm, diàmetre anell: 1,1; diàmetre canya 0,7; diàmetre inici de la base:0.4; alçada base 0.9 mm.

<i>H. batalleri</i>		Diam.	H	H/D	dpp	dpt	dpp/dpt	dpp/D	dpt/D
Aquest treball This work									
Mitjana	Mean	8,24	4,60	0,56	2,66	2,60	0,93	0,41	0,45
	SD	4,17	2,34	0,01	0,99	0,48	0,11	0,09	0,07
Màxim	Maximum	15,3	8,5	0,58	4,3	3,4	1,04	0,51	0,5
Mínim	Minimum	4,2	2,4	0,54	1,7	2,1	0,81	0,28	0,34
	n	8	8	8	5	5	4	5	5
Clément 2015									
Mitjana	Mean	11,4	6,48	0,59	3,71	3,29	1,13	0,34	0,30
	SD	1,22	0,19	0,05	0,22	0,17	0,02	0,03	0,02
Màxim	Maximum	13,22	6,67	0,64	3,96	3,52	1,15	0,36	0,32
Mínim	Minimum	10,1	6,2	0,52	3,42	3,06	1,1	0,3	0,27
	n	6	5	5	4	5	4	4	5

Taula 2. *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 de l'Aptià del Perelló (conca del Maestrat). Comparació de les dades d'aquest treball amb les de CLÉMENT (2015).

Table 2. *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 from the Aptian of the Perelló (Maestrat Basin; Catalonia). Data from this study compared with CLÉMENT (2015).

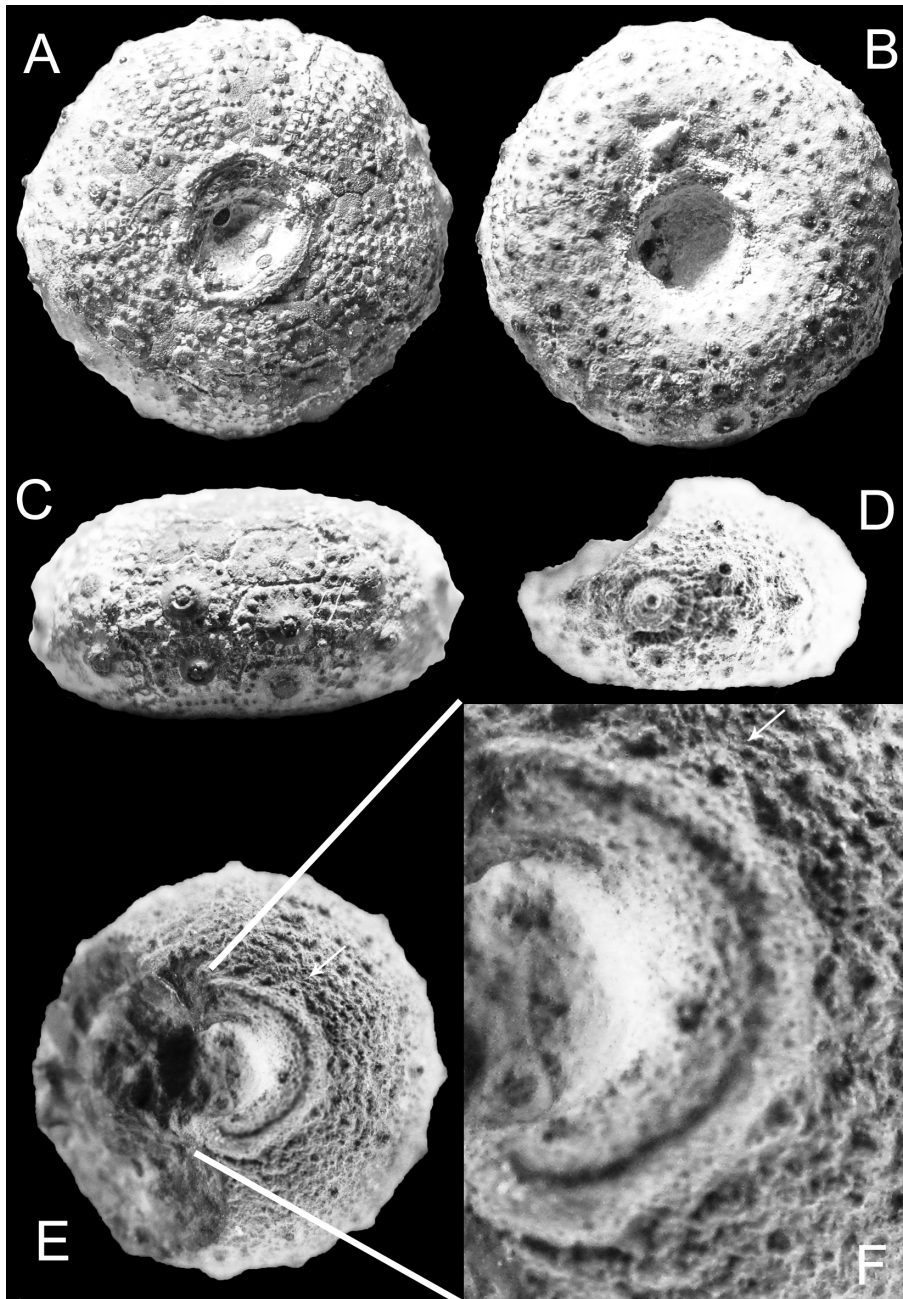


Figura 3. *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 de l'Aptià del Perelló (conca del Maestrat; Catalunya). CAO E-386/1, diàmetre: 10.2 mm; A vista apical; B vista oral; C vista lateral. MGB 70684, diàmetre: 10.0 mm; D vista lateral; E vista apical; F detall del disc apical. Fotos: A-C Àlex Ossó; D-F Enric Forner. Muntatge: Vicent Gual.

Figure 3. *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015 from the Aptian of the Perelló (Maestrat Basin; Catalonia). CAO E-386/1, diameter: 10.2 mm; A apical view; B oral view; C lateral view. MGB 70684, diameter: 10.0 mm; D lateral view; E apical view; F detail of the apical disc. Photos: A-C Alex Ossó; D-F Enric Forner. Assembly: Vicent Gual.

4. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Aquesta primera dada sobre les puaes de l'espècie i del gènere certament és escassa, per incompleta, atès que no ens permet, per exemple, establir la longitud total i descriure la part distal, i és només d'un exemplar d'una única espècie, però és valuosa per ser la primera. Caldrien noves dades per completar-la. Les característiques del fragment de la pua, però, són singulars i no es corresponen exactament amb cap altra descrita. La pua de *H. batalleri* té una certa semblança amb la de diverses espècies del gènere *Diadema* Gray, 1825, per l'anell crenulat, l'absència apreciable de coll i la decoració de la canya amb costelles longitudinals (QUENSTEDT, 1874: lám. 72, figs. 37-51).

Com que els fòssils, en pirita, es troben molt oxidats, no es va poder descriure amb precisió el contorn de les plaques genitals i ocel·lars (CLÉMENT, 2015). D'un dels exemplars recollits, però, el número MGB 70684 (figura 3 E i F), s'endevina almenys una de les plaques genitals, que s'expandeix cap enfora de forma triangular amb el porus genital cap al vèrtex, semblant a la majoria d'espècies del gènere. És una primera informació important, però encara insuficient per descriure i dibuixar amb precisió les plaques del disc apical.

El nombre d'exemplars de les mostres són encara molt minsos; per tant, el significat estadístic és limitat. Tot i això es poden desprendre algunes consideracions preliminars. L'índex entre l'alçada i el diàmetre (H/D) del nostre treball (0,56) és concordant amb les dades de CLÉMENT (2015), segons les quals resulta un índex de 0,59; l'alçada és poc més de la meitat del diàmetre de la corona (Taula 2). Aquesta raó H/D sembla un caràcter estable ontogènicament (figura 4), perquè es manté constant per a totes les mides. La correlació H/D (R^2 : 0,9686, per n : 13 i p :0.01) és alta i significativa estadísticament. El valor màxim per l'espècie s'eixampla amb les noves dades (Taula 1: diàmetre màxim enregistrat 15,3 mm) però no es pot concloure que disposem, encara, de suficient material com per saber quina mesura màxima pot assolir *H. batalleri*. Per contra, les dades de la raó

del diàmetre del periprocte (dpp) i el del peristoma (dpt) respecte al de la corona (D) són un poc discordants. Per CLÉMENT (2015), és més gran el periprocte (dpp/dpt: 1.13) i, per a nosaltres, el peristoma (dpp/dpt: 0.93)(veure taula 2 i figura 4).

Potser hi ha algun problema amb les mesures, atesa la mala conservació dels nostres exemplars i les reduïdes dimensions d'aquests, que en dificulten la mesura. Tot i això, les diferències no són menyspreables.

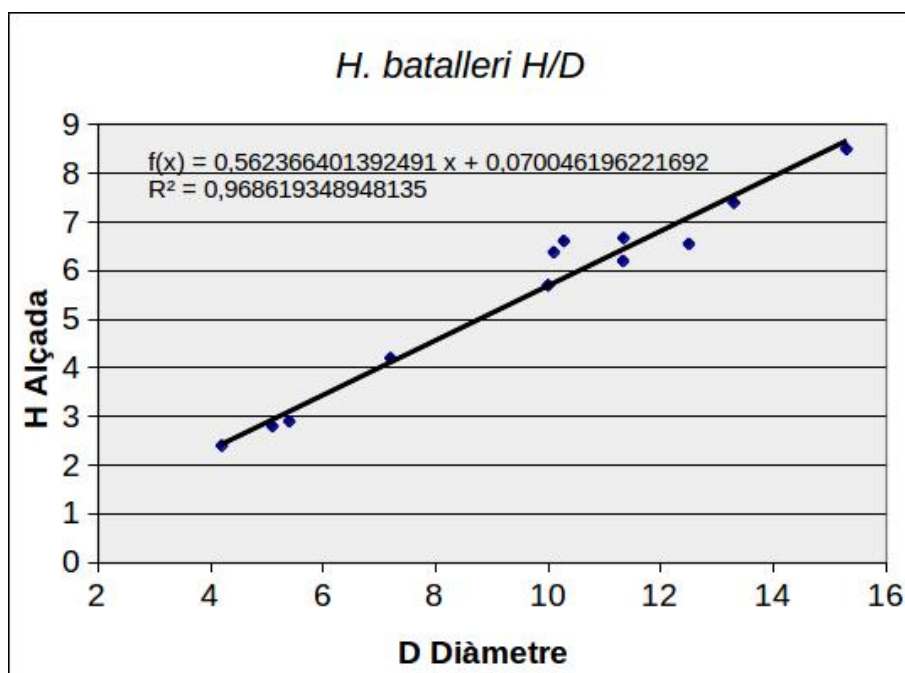


Figura 4. Relació entre l'alçada (H) i el diàmetre (D) d'*Hemidiadema batalleri* Clément, 2015, de l'Aptià inferior del Perelló (conca del Maestrat; Catalunya).

Figure 4. Relationship between the height (H) and diameter (D) of *Hemidiadema batalleri* Clément, 2015, the Lower Aptian Perello (Maestrat Basin, Catalonia)

Segons la diagnosi esmenada per CLÉMENT (2013) del gènere *Hemidiadema* Agassiz, 1846, el diàmetre del periprocte, circular o ovalat, és gran i, en comparació amb el diàmetre de la corona, suposa entre un 24 i un 30%. Cosa que al nostre parer s'hauria d'esmenar perquè, segons les dades de la nostra mostra (n: 8) de *H. batalleri*, l'índex dpp/D és de 0,41 de mitjana, per la qual cosa no encaixaria

dins de la diagnosi. Tampoc segons les pròpies dades de CLÈMENT (2015), que són del 34%.

La nova espècie *H. forcallensis* Clément 2015, segons les pròpies dades de l'autor, també incompliria aquesta condició (dpp/D: 0.38, i en un cas MNHN F.A53485 arriba al 0.45). De manera que, si es considera oportú posar dades concretes en la diagnosi del gènere, caldria eixamplar el marge superior de l'índex dpp/D fins al 45%.

5. AGRAÏMENTS

Als revisors perquè les seues aportacions han millorat el text inicial. A Vicent Gual pel muntatge de les figures.

6. BIBLIOGRAFIA

BOVER-ARNAL, T., MORENO-BEDMAR, J. A., FRIJIA, G., PASQUAL-CEBRIAN, E. & SALAS, R., (2016): Chonostratigraphy of the Barremian-Early Albian of the Maestrat Basin (E Iberian Peninsula): integrated strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy* (vol. 49/1), p. 41-68. Stuttgart.

CANÉROT, J., CUNY, P., PARDO, G. SALAS, R., & VILLENA, J., (1982): Ibérico Central Maestrazgo. In A. García (Ed.) *El Cretácico en España*: 273-344. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

CLÉMENT, A., (2013): Révision des espèces *Hemidiadema rugosum* Agassiz, 1846 et *H. noecomiense* (Cotteau, 1869) (Euechinoidea, Camarodonta, Glyphocyphidae) du Crétacé inférieur du Bassin parisien (France). *Carnets Geol.* vol 13, núm. M01 (CG2013 M01): 57 p. Madrid.

CLÉMENT, A., (2015): Révision des espèces du genre *Hemidiadema* Agassiz, 1846 (Euechinoidea, Camarodonta, Glyphocyphidae), de l'Aptien (Crétacé inférieur) d'Espagne. *Carnets Geol.* (vol. 15, núm., 20), p. 279-329. Madrid.

CLÉMENT, A., FERRER, O. & MORENO-BEDMAR, J.A., (2012): El registro de especies de *Hemidiadema* (Echinoidea) durante el Aptiense (Cretácico Inferior) en las cuencas del Maestrazgo, Salou Garraf y Organyà. *GeoTemas* (13), p. 1-4. Salamanca.

DELANOY, G., MORENO-BEDMAR, J.A., RUIZ, J.J. & TOLÓS LLÁDSEER, D., (2013): *Xerticeras* gen. nov., a new genus of micromorphic heteromorph ammonite (Ancyloceratina, Ancyloceratidae) from the lower Aptian of Spain. *Carnes Geol.* (13; núm. A02

CG2013_A02), p. 89-103. Madrid.

DURHAM, J.W. & WAGNER, C.D., (1966): Glossary of morphological terms applied to echinoids. In R.C. Moore (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology, Part U, Echinodermata 3: U251-U256. The Geological Society of America and University of Kansas, Lawrence (EUA).

FELL, H. B. (1966). Cidaroids. In: Treatise on invertebrate paleontology. Part U. Echinodermata 3. Volume 1 (Moore, ed.), the Geological Society of America & the University of Kansas, New York: U312-U339.

GALLEMÍ, J., (1988): 9 Els Equinoderms. In R. Folch i Guillèn (Ed.) Història natural dels Països Catalans, Vol. 15, Registre fòssil: 357-380. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

GARCÍA, R., MORENO-BEDMAR, J.A., BOVER-ARNAL, T., COMPANY, M., SALAS, R., LATIL, J-L., MARTÍN-MARTÍN, J.D., GOMEZ-RIVAS, E., BULOT, L.G., DELANOY, G., MARTÍNEZ, R. & GRAUGES, A., (2014): Lower Cretaceous (Hauterivian-Albian) ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (E Spain). Journal of Iberian Geology (40-1), p. 99-102. Universidad Complutense. Madrid.

GRANDSTEIN, F.M., OGG, J.G., SMITH, A.G. (2004): A Geologic Time Scale 2004. 610 pp. Cambridge University Pres. Cambridge.

KROH, A. & SMITH, A.B., 2010: The filogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. Journal of Systematic Palaeontology, Vol. 8 (2): 147-122. London.

LÓPEZ, J., (2007): Hallazgo de *Imerites giraudi giraudi*, ammonítido barremiense, en las "Arcillas de Morella". Consecuencias. Batalleria (13), p. 53-56. Barcelona.

MARTÍN-MARTÍN, J.D., GÓMEZ-RIVAS, E., BOVER-ARNAL, T., TRAVÉ, A., SALAS, R., MORENO-BEDMAR, J.A., TOMÁS, S., CORBELLA, M., TEIXELL, A., VERGÉS, J. & STAFFORD, S.L., (2013): The Upper Aptian to Lower Albian synrift carbonate succession of the southern Maestrat Basin (Spain): Facies architecture and fault-controlled stratabound dolostones. Cretaceous Research (41), p. 217-236. London.

MELVILLE, R.V. & DURHAM, J.W., (1966): Skeletal morphology. In: Treatise on invertebrate paleontology. Part U. Echinodermata 3. Volume 1 (Moore, ed.), the Geological Society of America & the University of Kansas, New York: U220-U257.

MORENO-BEDMAR, J.A., BARRAGÁN, R., DELANOY, G., COMPANY, M. & SALAS, R., (2014): Review of early Aptian (Early Cretaceous) ammonoid species *Deshayesites deshayesi* (d'Orbigny, 1841). Cretaceous Research (51), p. 341-360. London.

MORENO-BEDMAR, J.A., BOVER-ARNAL, T., BARRAGÁN, R. & SALAS, R., (2012): Uppermost Lower Aptian transgressive records in Mexico and Spain: chronostratigraphic

- implications for the Tethyan sequences. *Terra nova* (v. 24, núm. 4), p. 333-338. México.
- MORENO-BEDMAR, J.A., COMPANY, M., BOVER-ARNAL, T., SALAS, R., DELANOY, G., MARTÍN, R. & GRAUGÉS, A., (2009): Biostratigraphic characterization by means of ammonoids of the Lower Aptian Oceanic Anoxic Event (OAE 1a) in the eastern Iberian Chain (Maestrat Basin), eastern Spain. *Cretaceous Research* (30), p. 864-872. London.
- MORENO-BEDMAR, J.A., COMPANY, M., BOVER-ARNAL, T., SALAS, R., DELANOY, G., MAURRASSE, F. J.-M.R. & GRAUGÉS, A. (2010): Lower Aptian ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (Eastern Iberian Chain, Eastern Spain). A Tethyan transgressives record enhanced by synrift subsidence. *Geologica Acta* (vol., 10, núm. 4), p. 281-299. Barcelona. Quenstedt, F. A. (1874): Atlas zu den Echiniden. Leipzig.
- REBOULET, S., SZIVES, O., AQUIRRE-URRETA, B., BARRAGÁN, R., COMPANY, M., IDAKIEVA, V., IVANOV, M., KAKABADZE, M.V., MORENO-BEDMAR, J.A., SANDOVAL, J., BARABOSCHKIN, E.J., ÇAGLAR, M. K., FÖZY, I. GONZÁLEZ-ARREOLA, C., KENJO, S., LUKENEDE, A. RAISOSSADAT, S. N., RAWSON, P.F., TAVERA, J.M., (2014): Report on the 5th International Meeting of the Kilian Group (Ankara, Turkey, 31st August 2013). *Cretaceous Research* (50), p. 126-137. London.
- SALAS, R. & GUIMERA, J., (1996): Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Iberica Oriental). *Geogaceta* (20), p. 1704-1706. Madrid.
- SALAS, R. I GUIMERA, J., (1997): Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior–Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero* (108,4-5), p. 393-402. Madrid.
- SMITH, A. B. & A. KROH, A., (2016): The Echinoid Directory. Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk> (consultada el 09/03/2016).
- VILLALBA, M.P., (1991): Revisión de los equínidos del Cretácico Inferior y Medio Español. Tesis doctoral. Universitat Complutense de Madrid. 714 pp, 33 Pl. <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/X/4/X4005601.pdf>
- VILLALBA, M.P., (1993): Revisión de los equínidos del Cretácico Inferior y Medio Español. Tesis doctoral 1991. Facsímil autoritzat i reproduït pel Servei de Reprografia de la Editorial de la Universitat Complutense de Madrid en 1993. 568 pp. 33 lám. Universitat Complutense de Madrid. Madrid.
- VILLANUEVA-AMADOZ, U., SANTISTEBAN, C. & SANTOS-CUBEDO, A., (2014): Age determination of the Arcillas de Morella Formation (Maestrazgo Basin, Spain). *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/08912963.2013.874422>.