

GEA, FLORA ET FAUNA

Un nou gènere fòssil de la família Strombidae (Gastropoda: Caenogastropoda: Stromboidea) del Miocè mitjà de Java

Cristian R. Altaba*

* Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural, Govern de les Illes Balears, 07009 Palma; Grup de Recerca en Evolució i Cognició Humana, Universitat de les Illes Balears, 07071 Palma. A/e: cristianr.altaba@uib.cat

Rebut: 17.02.2024; Acceptat: 14.03.2024; Publicat: 31.03.2024

Resum

Es descriu un nou gènere de la família Strombidae Caenogastropoda: Stromboidea): *Javastrombus* n. gen., del Miocè superior de Java occidental (Indonèsia). Es considera proper morfològicament a *Persististrombus*, del qual probablement deriva; i se'n distingeix perquè és més petit, té una estructura més delicada, un desenvolupament notable dels sinus aperturals, una quilla supracolumellar i una delicada escultura espiral. S'hi inclouen sis noves espècies: *J. praegracilis* n. sp. (espècie tipus), *J. pinguis* n. sp., *J. cylindratus* n. sp., *J. kecil* n. sp., *J. subinermis* n. sp. i *J. sondaicus* n. sp. El nou gènere ocupa una posició geogràfica allunyada tant d'*Afristrombus*, actualment limitat a les costes africanes occidentals tropicals (però està en el Neogen al Paratetis i la Mediterrània), com de *Persististrombus*, distribuït per l'àrea mediterrània durant l'Oligocè i el Miocè i per les costes tropicals atlàntiques i pacífiques d'Amèrica des del Miocè. El nou gènere representa una branca del grup format per *Persististrombus*, *Afristrombus* i ell mateix que s'hauria diversificat en aïllament, en un medi favorable, estable i complex, al llarg del Miocè mitjà (Languià i Serravallià, entre 16,0 i 11,6 Ma).

Paraules clau: Gastropoda, Strombidae, *Javastrombus*, *Afristrombus*, *Persististrombus*, Java, Indonèsia, Miocè mitjà, taxonomia, biogeografia, diversificació.

Abstract

A new fossil genus of the family Strombidae (Gastropoda: Caenogastropoda: Stromboidea) from the Middle Miocene of Java

A new genus of the family Strombidae (Caenogastropoda: Stromboidea) is described: *Javastrombus* n. gen., from the Middle Miocene of Western Java (Indonesia). It is considered to be phylogenetically close to *Persististrombus*, from which it probably derived. It is distinguished by its small size and delicate structure, the notable development of the apertural sinuses, a supracolumellar keel, and the delicate spiral sculpture. Six new species are included therein: *J. praegracilis* n. sp. (type species), *J. pinguis* n. sp., *J. cylindratus* n. sp., *J. kecil* n. sp., *J. subinermis* n. sp., and *J. sondaicus* n. sp. The new genus occupies a geographical position distant from both *Afristrombus*, currently limited to the tropical West African shores (but extending during the Neogene throughout the Paratethys and the Mediterranean), and *Persististrombus*, distributed throughout the Mediterranean area during the Oligocene and Miocene, as well as the tropical Atlantic and Pacific coasts of America since the Miocene. The new genus represents a branch of the group it constitutes together with *Persististrombus* and *Afristrombus* diversified in isolation in a favorable, stable and complex environment during the Middle Miocene (Langhian and Serravallian, between 16.0 i 11.6 Ma).

Key words: Gastropoda, Strombidae, *Javastrombus*, *Afristrombus*, *Persististrombus*, Java, Indonesia, Middle Miocene, taxonomy, biogeography, diversification.

urn:lsid:zoobank.org:pub: 1DFFFEBA-BE5C-4F21-8496-00BBD28C5937

Introducció

La família Strombidae presenta diferents exemples de radiacions evolutives que van tenir lloc al llarg del Cenozoic i mostra una excepcional diversitat en la morfologia de les conques (Roy *et al.*, 2001; Savazzi, 2007). La filogènia de les nombroses espècies actuals s'ha començat a aclarir mitjançant anàlisis morfològiques i moleculars (Simone, 2005; Latiolais *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2022). Un resultat prou clar d'aquestes anàlisis és que cal acceptar una notable diversitat de gèneres, tant per reconèixer els diversos llinatges evolu-

tius, com per permetre una comunicació sobre aquesta diversitat biològica (Simone, 2005; Maxwell *et al.*, 2020; Dekkers, 2023; Wieneke *et al.*, 2024).

Un dels escenaris més suggeridors, i alhora desconeguts, de la diversificació dels estròmbids es troba al Miocè mitjà de les illes de la Sonda, majoritàriament a l'actual Indonèsia, i a regions veïnes. Ja en els treballs clàssics de Martin (1879-1880, 1881-1906) aquest autor descrivia nombroses espècies desconegudes fins llavors de mol·luscs marins fòssils d'aquests jaciments. Entre aquestes, n'hi ha diverses d'estròmbids, les quals encara plantegen qüestions que cal-

dria investigar. Ara bé, als darrers anys hi ha hagut un interès renovat per aquestes faunes, que presenten estats de conservació francament excepcionals i una riquesa molt destacable (Hoek Ostende *et al.*, 2002). Així, s'han publicat nombrosos novetats del Miocè mitjà i superior de Java (Robba, 1996, 2013; Kase *et al.*, 2015; Landau *et al.*, 2020a, b; Dovesi & Parsons, 2021; Merle *et al.*, 2021; Clezard & Dovesi, 2023) que inclouen alguns estromboïdeus (Dekkers *et al.*, 2020; Liverani & Wieneke, 2022).

La història geològica de Java és complexa (Smyth *et al.*, 2005; Clements & Hall, 2007), i presenta diverses fases de deposició de carbonats durant el Cenozoic (Wilson, 2002). Les formacions del Miocè mitjà destaquen per contenir una enorme abundància de conquilles molt ben conservades, que visqueren en ambients poc profunds. La més ben estudiada és la formació Nyalindung, la qual consisteix bàsicament en sediments siliciclàstics, pertany a l'estatge Seravallià i té una edat aproximada de 12 milions d'anys. Condicions semblants a les del Seravallià existiren des del Languià, un estatge al qual pertanyen altres jaciments de l'est de Java (Syarifin, 2011; Robba, 2013; Aswan *et al.*, 2017; Kapid *et al.*, 2019; Dekkers *et al.*, 2020; Aswan, 2021; Dovesi & Parsons, 2021; Kesuma & Aswan, 2022).

Al present treball es donen a conèixer un total de sis espècies, agrupades en un nou gènere. Es tracta d'espècies força rares; de fet, fins ara no s'havia documentat cap espècimen atribuïble a aquest grup.

Material i mètodes

Els jaciments que han fornint els exemplars estudiats aquí es troben a la regió més occidental de l'illa de Java (Indonèsia), i són els que venen a continuació.

- 1) Golden Park, Suradita, Kecamatan (districte) Cisauk, Kabupaten (regència) Tangerang, Propinsi (província) Banten. 6° 20' 58" S, 106° 39' 08" E. Altitud 22 m.
- 2) Barangbang, Ciwarak, Kecamatan (districte) Jatiwaras, Kabupaten (regència) Tasikmalaya, Propinsi (província) Jawa Barat. 7° 31' 10" S, 108° 12' 36" E. Altitud 303 m.
- 3) Curug Orok, Ci Kandang, Kecamatan (districte) Cikajung, Kabupaten (regència) Garut, Propinsi (província) Jawa Barat. 7° 23' 14" S, 107° 44' 09" E. Altitud 1.132 m.
- 4) Curug Rahong, Mekarjaya, Kecamatan (districte) Sukaraja, Kabupaten (regència) Tasikmalaya, Propinsi (província) Jawa Barat. 7° 27' 24" S, 108° 08' 44" E. Altitud 291 m.

Tots aquests jaciments semblen atribuïbles a un interval del Miocè mitjà que abasta des de la zona NN5 fins a la NN7, pertany als estats Languià i Serravallià i té una antiguitat d'entre 16,0 i 11,6 Ma. Aquesta datació és orientativa, perquè falten dades adequades.

Els fòssils es recolliren amb eines manuals senzilles, amb les quals s'extreien de la matriu sorrenca més o menys consolidada. Després foren rentats i embolicats amb paper i plàstic, deixant que s'assequessin molt lentament. Un cop eixuts, es varen establir submergint-los en una solució al 3 % de resina sintètica Paraloid B72.

El material estudiat consta de 24 exemplars en total. Es troba a la col·lecció malacològica de l'autor (CRA), reconeguda com a col·lecció museològica pel Consell de Mallorca. Es conserven en calaixeres metàl·liques, dins de capsetes de poliestirè transparent, amb cotó fluix i etiquetes de paper sense àcid escrites amb tinta xinesa, en un medi amb temperatura i humitat controlades.

La terminologia de les sinuositats de l'extrem abapical del llavi segueix la proposta de Dekkers (2021). El *sinus estromboide* és un tret exclusiu dels estrombids (i famílies molt properes), per on l'animal treu l'ull dret (els ulls són grossos i estan situats a l'extrem de peduncles prou llargs); el *sinus anterior*, que és homòleg del canal sifonal dels neogastròpodes, allotja l'ull esquerre. Ambdós sinus estan separats per un sortint del marge de l'obertura, anomenat *lòbul estromboide*.

Les mesures de longitud s'han pres en paral·lel a l'eix d'enrotllament, amb un peu de rei. Donat que l'extrem anterior està quasi sempre una mica trencat i que l'àpex està lleument erosionat en alguns exemplars, la longitud total original devia ser entre 1 i 3 mm superior a la mesurada.

Resultats

Classe Gastropoda Cuvier, 1795

Subclasse Caenogastropoda L.R. Cox, 1960

Ordre Littorinimorpha Golikov & Starobogatov, 1975

Superfamília Stromboidea Rafinesque, 1815

Família Strombidae Rafinesque, 1815

Javastrombus n. gen.

urn:lsid:zoobank.org:act:CB8E28FA-6E10-4049-A79F-B50E7E6F109F

Diagnosi

Javastrombus n. gen. es caracteritza per tenir la mida petita, un gruix moderat de la conquilla, una corona de punxes agudes i fortes i (quasi sempre) unes punxes molt més febles a la part abapical del dors, l'espina cònica, l'escultura espiral fina i limitada (o més evident) a la rampa subsutural, l'obertura llisa amb columella engruixida i delimitada adapicalment per una quilla que la separa de la rampa subsutural, i el sinus estromboide i el sinus anterior ben marcats. Entre aquests dos sinus, té un lòbul estromboide que és ben arrodonit i més o menys prominent i està inclinat cap endavant.

Descripció. Conquilla de mida moderada o bastant petita en el context de Strombidae, bastant gràcil i moderadament sòlida, amb una filera de 4 o 5 punxes primes, arrodonides, més o menys potents, ortogonals a l'eix d'enrotllament o lleugerament inclinades adapicalment o abapical, i regularment espaiades a l'espalla de la darrera volta; la primera d'aquestes és menuda, mentre que les centrals són les més desenvolupades. Generalment hi ha també entre una i tres punxes baixes, a la part abapical del dors; que són clarament menys prominents, estan alineades en espiral amb el sinus estromboide i en alguns casos estan unides per una tènue carena espiral. L'espina és cònica, té unes 7 o 8 voltes, forma un angle d'entre 45° i 66°, i presenta un creixement regular fins

al darrer quart de volta, on s'expandeix. El cos de la darrera volta, abans d'aquesta expansió del llavi, varia des d'estret fins a inflat. El llavi és en forma d'ala, poc o moderadament expandit i més o menys engruixit en part, però té el marge arrodonit i molt prim als extrems; té una inclinació prosoclina més o menys marcada i un perfil que va de quasi rectilini a fortament corbat; té l'extrem posterior poc o gens prominent, formant un canal posterior bastant o força profund, després del qual s'insereix a la darrera volta; a l'extrem anterior hi té un sinus estromboide molt marcat i fortament sinuós, adjacent al lòbul estromboide, que és més o menys prominent i poc o molt retorçat cap endavant. El sinus anterior és obert, breu i lleugerament o moderadament reflectit. La columella és ampla, engruixida i llisa; està limitada posteriorment per un caire angulós, resultat dels nòduls de l'espira que esdevenen baixos, estrets i amples fins a formar aquesta quilla a l'espalla de l'inici de la darrera volta. Adapicalment, la columella forma un callus que s'uneix al llavi, tot recobrint la rampa subsutural de l'inici de la darrera volta en grau variable. La superfície externa és quasi llisa, sense cap àrea granulosa; està solcada per estries de creixement colabrals, que són irregulars i febles, i estan entrecruades per cordes espirals fines i nombroses, força regulars. Aquestes cordes espirals són més marcades a la rampa subsutural, fins a la base de les punxes de la corona, com també a l'espira de la teleoconquilla; molt afeblides, poden aparèixer a zones del dors. La protoconquilla és pauciespiral, prima i cònica, i consta de poc més de dues voltes llires (malgrat el bon estat de conservació, no s'hi aprecia microescultura). L'inici de la teleoconquilla està marcat per l'aparició de costelletes axials, ortoclines, i molt regulars, entre les quals apareixen les cordetes espirals. Aquesta escultura axial arriba fins a un límit entre dues i quasi quatre voltes de l'obertura; a partir d'aquest límit, hi ha una transició ràpida cap a l'escultura de nòduls angulosos,

també regularment espaiats, situats més o menys per damunt la sutura, que esdevenen la quilla supracolumellar i després punxes a la darrera mitja volta.

Etimologia

El nom del nou gènere deriva d'ajuntar el de l'illa de Java amb el del gènere típic de la família.

Espècie tipus

L'espècie tipus de *Javastrombus* n. gen. és *Javastrombus praegracilis*, n. sp.

Espècies incloses

Dins *Javastrombus* n. gen. s'hi inclouen sis espècies noves: *J. praegracilis* n. sp. (espècie tipus), *J. pinguis* n. sp., *J. cylindratus* n. sp., *J. kecil* n. sp., *J. subinermis* n. sp. i *J. sondaicus* n. sp.

Distribució

Els escassos exemplars coneguts de *Javastrombus* spp. procedeixen tots de petits afloraments del Miocè mitjà a l'illa de Java (Indonèsia), en els quals s'hi ha trobat una abundant i diversa fauna malacològica fòssil, pròpia d'ambients tropicals poc profunds i de fons tous.

Comparació

Es distingeix de *Persististrombus* Kronenberg & Lee, 2007 i d'*Afristrombus* Bandel, 2007, els gèneres més propers morfològicament, per la seva mida reduïda i estructura delicada, el desenvolupament notable dels sinus aperturals, una quilla supracolumellar i la delicada escultura espiral.

Javastrombus praegracilis n. sp.

urn:lsid:zoobank.org:act:BA5CC060-AC9A-4659-B8BA-9-B51D1F18D84

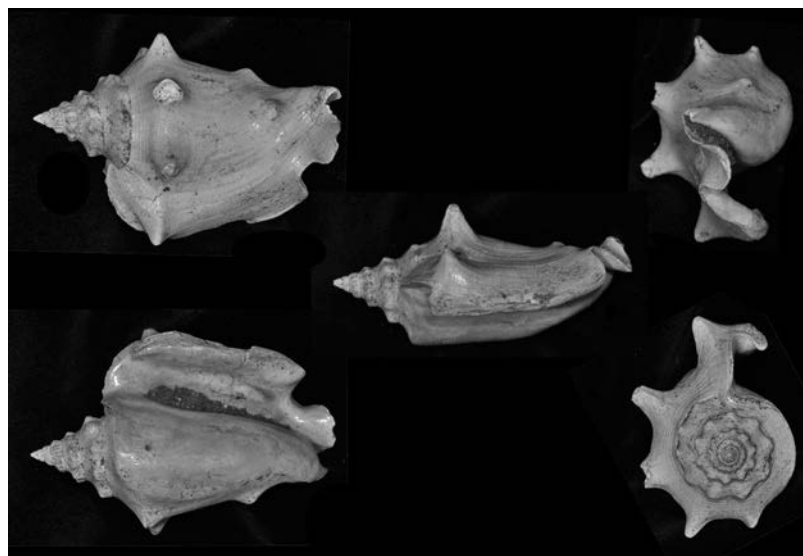


Figura 1. *Javastrombus praegracilis* n. sp. Holotip. Miocè mitjà de Serpong, Suradita, Kecamatan Cisauk, Kapupaten Tangerang, Propinsi Banten, a l'illa de Java (Indonèsia). Longitud = 54,6 mm.

Material tipus

HOLOTIP: CRA-23102-1, de Serpong (Suradita) (Fig. 1).
PARATIPS 1 i 2: CRA-23102-2 i 3, de Serpong (Suradita).
PARATIP 3: CRA-23171, de Curug Orok (Ci Kandang).

Diagnosi

Espècie mitjana de *Javastrombus*, amb espira aguda i ornada d'una corona de punxes baixes i amples, aproximadament ortogonals a l'eix d'enrotllament, nòduls ben definits (però petits i baixos) per damunt de la sutura, llavi engruixit amb canal posterior poc profund i sinus estromboide profund, darrera volta gràcil, 5 o 6 punxes a l'espalla, arrodonides i escassament inclinades adapicalment, 2 o 3 punxes dorsals baixes (o alguna només incipient) i ben separades al llarg d'una tènue carena espiral, callus columellar poc reflectit i recobrint fins a la meitat de la rampa subsutural de l'inici de la darrera volta, i sinus anterior fortament recorbat.

Descripció

Conquilla de mida moderada (holotip: 54,6 mm; paratips: entre 49,3 i 49,6 mm), força gràcil (com indica el seu nom específic) i moderadament sòlida, amb una corona de 5 o 6 punxes primes, arrodonides, breus i amples, només lleugerament inclinades adapicalment; hi ha 2 o 3 punxes molt baixes, molt menys prominents (alguna d'aquestes molt escassament desenvolupada) i alineades a la part abapical del dors, al llarg d'una incipient carena espiral, amb el sinus estromboide. L'espira és cònica i elevada, relativament llarga i estreta, amb 8,2-8,6 voltes de creixement regular i forma un angle d'uns 50°; el cos de la darrera volta, abans de l'expansió del llavi, és força estret. El llavi és en forma d'ala, poc expandit, i força engruixit al mig, prosoclí però quasi recte a tota la part central; el marge és arrodonit, però molt prim al sinus posterior, el qual és ample, poc profund i allargassat cap endavant. L'extrem posterior del llavi és poc prominent i

s'insereix a la darrera volta, on recobreix fins a la meitat de la rampa subsutural; a l'extrem anterior el sinus estromboide és molt marcat i profund, adjacent al lòbul estromboide, el qual és relativament gran i ben torçat prosoclinament; el sinus anterior és menys incís, un xic allargassat i ben recorbat. La columella és engruixida i llisa, unida adapicalment al llavi per damunt de la quilla a l'espalla. La superfície externa és quasi llisa, amb estries de creixement irregulars, cordes espirals molt fines, un xic més marcades al dors, i en canvi bastant fortes a la rampa subsutural, on n'hi ha 11 repartides de manera bastant regular que incrementen el seu gruix envers la sutura (i 5-7 de molt més febles, intercalades); aquestes es continuen per l'espira (a la part més adapical, visibles als espais entre les costelletes axials). La protoconquilla consta de 2,4-2,5 voltes aparentment llises. L'inici de la teleoconquilla està marcat per l'aparició de costelletes axials, ortoclines i molt regulars, que s'estenen al llarg de 3,2-4,2 voltes, i s'aturen a 2,5 voltes de l'obertura; els nòduls subtriangulars (10 o 11 a la penúltima volta) estan regularment espaïats i se situen clarament per damunt la sutura.

Etimologia

El nom específic *praegracilis* és un adjectiu singular, propi del llatí postclàssic, superlatiu de *gracilis* («prim» o «estret»).

Distribució

Miocè mitjà, als jaciments de Serpong (Suradita) i Curug Orok (Ci Kandang).

Javastrombus pinguis n. sp.

urn:lsid:zoobank.org:act:28C4243B-AB23-4B50-89AD-9-DD17F1BEE49

Material tipus

HOLOTIP: CRA-23130-1, de Serpong (Suradita) (Fig. 2). PARATIPS 1-3: CRA-23130-2 a 4, de Serpong (Suradi-

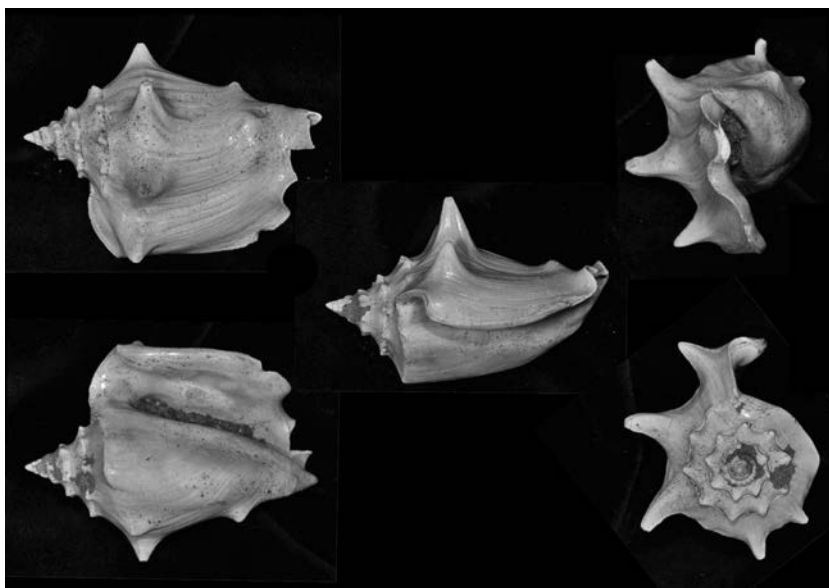


Figura 2. *Javastrombus pinguis* n. sp. Holotip. Miocè mitjà de Serpong, Suradita, Kecamatan Cisauk, Kapupaten Tangerang, Propinsi Banten, a l'illa de Java (Indonèsia). Longitud = 48,2 mm.

ta). PARATIPS 4 i 5: CRA-23169-1 i 2, de Curug Orok (Ci Kandang).

Diagnosi

Espècie mitjana de *Javastrombus*, quasi llisa, amb espira molt ampla i un xic còncava, amb una corona de 5 punxes ortogonals, llargues, esmolades i orientades una mica abapicalment, nòduls petits que sobresurten lleugerament per damunt de la sutura, llavi engruixit adapicalment, ample i baix, amb canal posterior poc profund i sinus estromboide poc marcat, darrera volta fortament inflada, espatlla amb quilla supracolumellar molt marcada, 3 punxes dorsals baixes i ben separades, callus columellar poc reflectit i ben estès per la rampa subsutural de l'inici de la darrera volta, i sinus anterior sobtadament recorbat.

Descripció

Conquilla de mida moderada (holotip: 48,2 mm; paratips: entre 50,6 i 46,2 mm), inflada (d'aquí el seu nom específic) i moderadament sòlida, ornada amb una corona formada per 5 punxes robustes i agudes, arrodonides, bastant llargues i eixamplades a la base, lleugerament inclinades abapicalment; hi ha 2 punxes molt baixes, alineades en espiral amb el sinus estromboide, a la part abapical del dors. L'espira és cònica i elevada, eixamplada cap a la base, amb 8,8 voltes de creixement bastant regular i formant un angle general d'uns 66°; el cos de la darrera volta, abans de l'expansió del llavi, és fortament inflat, sobretot adapicalment. El llavi és en forma d'ala, bastant expandit, fortament corbat i prosoclí, i força engruixit just davant del sinus posterior; el marge és arrodonit, però molt prim al sinus posterior, el qual és ample, poc profund i senzill (o molt poc allargassat cap endavant). L'extrem posterior del llavi és molt poc prominent i s'insereix a la darrera volta, recobrint-hi fins a dos terços de la rampa subsutural; a l'extrem anterior el sinus estromboide és relativament poc marcat, a l'igual que el lòbul estromboide. El sinus anterior

és obert, curt i sobtadament recorbat a l'extrem. La columella és engruixida i llisa, unida adapicalment al llavi per damunt de la quilla a l'espalla; el callus columellar s'estén per més de la meitat de l'amplada de la rampa subsutural a l'inici de la darrera volta. La superfície externa és quasi llisa, lluent, amb estries de creixement irregulars i cordes espirals molt fines i esvaïdes, excepte a la rampa subsutural, on n'hi ha entre 17 i 22 de gruix irregular, més atapeïdes abapicalment. La protoconquilla consta de 2,3 voltes aparentment llises. L'inici de la teleoconquilla està marcat per l'aparició de costelletes axials, ortoclines i molt regulars, que s'estenen al llarg de 3,0 voltes, i s'aturen a 3,5-3,6 voltes de l'obertura; els nòduls subtriangulars (10 a la penúltima volta) són petits i regularment espaiats, i sobresurten lleugerament per damunt la sutura.

Etimologia

El nom específic fa referència a la forma bombada: *pinguis* és un adjectiu comú al llatí de totes les èpoques, que significa «gras» o «gruixut».

Distribució

Miocè mitjà dels jaciments a Serpong (Suradita) i Curug Orok (Ci Kandang).

Javastrombus cylindratus n. sp.

urn:lsid:zoobank.org:act:C243E236-BD98-4685-BAB8-0-B149FD94801

Material tipus

HOLOTIP: CRA-23153, de Barangbang (Ciwarak) (Fig. 3). PARATIP: CRA-23128, de Serpong (Suradita).

Diagnosi

Espècie mitjana de *Javastrombus*, amb espira moderadament ampla i corona de 5 punxes relativament baixes, bastant esmolades però de base ampla, i lleugerament inclinades



Figura 3. *Javastrombus cylindratus* n. sp. Holotip. Miocè mitjà de Barangbang, Ciwarak, Kecamatan Jatiwaras, Kabupaten Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat, a l'illa de Java (Indonèsia). Longitud = 51,6 mm.

adapicalment, nòduls molt febles i quasi enfonsats a la sutura, llavi engruixit a la banda adapical, amb canal posterior ben marcat i sinus estromboide petit, cos de la darrera volta cilindroide, 2 punxes dorsals molt baixes i ben separades, callus columellar fortament reflectit i recobrint quasi tota la rampa subsutural de l'inici de la darrera volta, i sinus anterior a penes recorbat.

Descripció

Conquilla de mida moderada (holotip: 51,6 mm; paratip: 50,2 mm), d'aspecte vagament cilindroide (com indica el seu nom específic) i moderadament sòlida, amb una corona de 5 punxes primes, baixes, bastant esmolades però ben eixamplades a la base, i lleugerament inclinades adapicalment. Al dors hi ha 2 punxes baixes i poc marcades, alineades en espiral amb el sinus estromboide al llarg d'una carena molt tènue. L'espira és cònica i elevada, bastant ampla, amb 7,3 voltes de creixement molt regular, amb un angle d'uns 55°; el cos de la darrera volta és moderadament estret, quasi cilíndric i només estretit a l'extrem abapical. El llavi és en forma d'ala moderadament expandida, una mica prominent adapicalment, engruixit a la part central i amb el marge arrodonit; ortoclí a quasi tota la seva longitud, s'aprima al sinus posterior, que és ample i profund, amb l'extrem posterior prominent i recobrint la rampa subsutural fins a arran de la sutura mateixa. El sinus estromboide és petit, però el lòbul estromboide és ben desenvolupat. El sinus anterior és ben eixamplat, breu i molt poc recorbat. La columella és fortament engruixida, llisa, unida adapicalment al llavi superant la forta quilla supracolumellar, la qual forma quasi un angle recte i esbossa una carena. La superfície externa és quasi llisa, amb estries de creixement irregulars i ben marcades, intersectades per cordes espirals molt fines, quasi imperceptibles als extrems del dors, però apreciables a la rampa subsutural, on n'hi ha 14; d'aquestes, les més properes a la sutura són més fortes i

regulars. La protoconquilla consta de 2,3 voltes aparentment llises. L'inici de la teleoconquilla està marcat per l'aparició de costelletes axials, ortoclines i molt regulars, que s'estenen al llarg de només 2,0 voltes, i s'aturen a 3,0 voltes de l'obertura; els nòduls subtriangulars (11 o 12 a la penúltima volta) no són gaire regulars i emergeixen lleugerament per damunt de la sutura.

Etimologia

L'epítet *cylindratus* és un adjectiu i indica una forma general similar a la d'un cilindre.

Distribució

Miocè mitjà dels jaciments a Barangbang (Ciwarak) i Serpong (Suradita).

Javastrombus kecil n. sp.

urn:lsid:zoobank.org:act:991035D4-F5FD-4379-8A76-76-E706D9AA91

Material tipus

HOLOTIP: CRA-23154-1, de Barangbang (Ciwarak) (Fig. 4). PARATIP 1: CRA-23154-2, de Barangbang (Ciwarak) (Fig. 5). PARATIPS 2 i 3: CRA-23125-1 i 2, de Serpong (Suradita). PARATIPS 4 i 5: CRA-23170, de Curug Orok (CiKandang).

Diagnosi

Espècie petita de *Javastrombus*, amb espira aguda i corona amb 5 punxes fortes, de base ampla però esmolades a l'extrem i inclinades abapicalment, nòduls prominents, aguts i separats de la sutura, llavi rectilini a la seva major part, una mica prosoclí i regularment engruixit, canal posterior i sinus estromboide molt profunds i evidents, darrera volta eixamplada adapicalment, una o dues punxes dorsals baixes i peti-

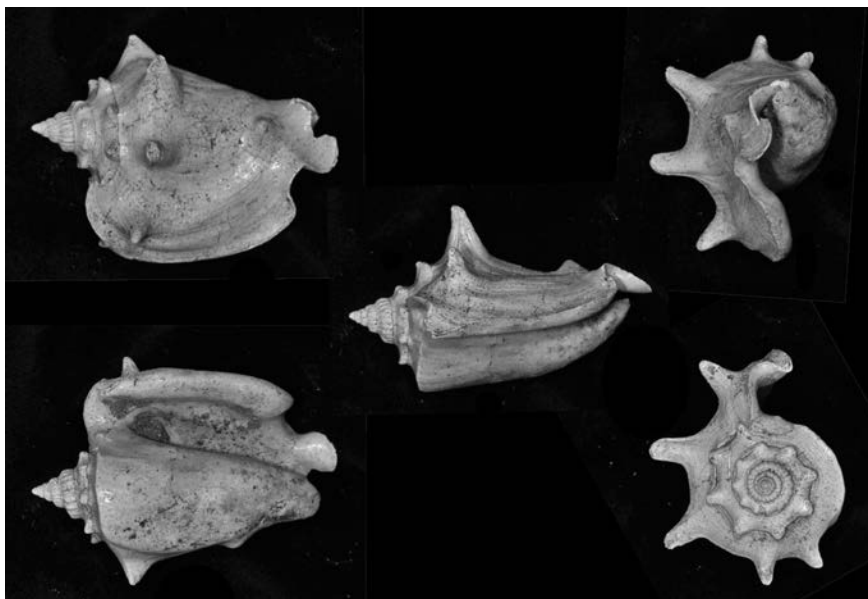


Figura 4. *Javastrombus kecil* n. sp. Holotip. Miocè mitjà de Barangbang, Ciwarak, Kecamatan Jatiwaras, Kabupaten Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat, a l'illa de Java (Indonèsia). Longitud = 43,2 mm.

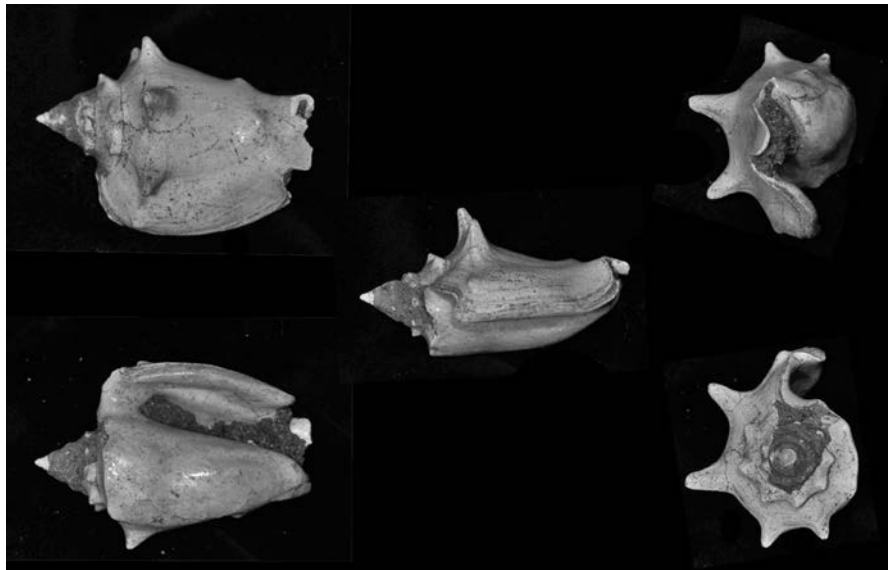


Figura 5. *Javastrombus kecil* n. sp. Paratip 1. Miocè mitjà de Barangbang, Ciwarak, Kecamatan Jatiwaras, Kabupaten Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat, a l'illa de Java (Indonèsia). Longitud = 39,3 mm.

tes, callus columellar engruixit i ben reflectit però poc estès damunt la rampa subsutural de l'inici de la darrera volta, i sinus anterior breu, estret i sobtadament recorbat.

Descripció

Conquilla de mida petita (holotip: 43,2 mm; paratips: entre 35,0 i 42,0 mm), rabassuda i moderadament sòlida, amb una corona formada per 5 punxes amples a la base però esmolades a l'extrem, orientades abapicalment però en el cas de les més llargues (dorsals) lleugerament recargolades adapicalment a l'extrem; hi ha només una o dues punxes baixes al dors, petites però ben marcades. L'espira és cònica i ben elevada, molt estreta, amb només 6,7 voltes de creixement regular i forma un angle d'uns 50°; el cos de la darrera volta, abans de l'expansió del llavi, és cònic, fortament eixamplat

adapicalment. El llavi és en forma d'ala, moderadament expandit i regularment engruixit, amb orientació lleugerament prosoclina i quasi recte a la seva major part; el marge és arrodonit, però molt prim al sinus posterior, el qual és mitjanament ample però ben profund. L'extrem posterior del llavi és força prominent i recobreix fins a un terç o la meitat de la rampa subsutural; a l'extrem anterior el sinus estromboide és molt marcat i conspicu, com ho és també el lòbul estromboide. El sinus anterior és estret, curt i sobtadament recorbat. La columella és molt eixamplada, ben engruixida i llisa, unida adapicalment al llavi per damunt de la quilla supracolumellar, la qual és molt marcada i forma una carena una mica prominent. La superfície externa és quasi llisa, amb estries de creixement irregulars i molt fines, que s'entrecreuen amb cordes espirals també molt primes; aquestes són apreciables



Figura 6. *Javastrombus subinermis* n. sp. Holotip. Miocè mitjà de Curug Orok, Ci Kandang, Kecamatan Cikajung, Kabupaten Garut, Propinsi Jawa Barat, a l'illa de Java (Indonèsia). Longitud = 50,0 mm

a la meitat adapical de la darrera volta, incloent la rampa subsutural, a la qual n'hi ha entre 14 i 16, irregulars. La protoconquilla consta de 2,1 voltes aparentment llises. L'inici de la teleoconquilla està marcat per l'aparició de costelletes axials, ortoclines i molt regulars, que s'estenen al llarg de 2,7 voltes, i s'aturen a només a 1,6-2,4 voltes de l'obertura; els nòduls són prominents, aguts i subcònics (8 a la penúltima volta), estan regularment espaiats i se situen per damunt la sutura, de la qual en sobresurten marcadament.

Etimologia

Kecil, l'epítet específic d'aquesta espècie, és un adjectiu pres directament de l'indonesi, que significa 'petit'.

Distribució

Miocè mitjà dels jaciments a Barangbang (Ciwarak), Serpong (Suradita) i Curug Orok (Ci Kandang).

Javastrombus subinermis n. sp.

urn:lsid:zoobank.org:act:DBC470-DA3F-4909-9AE3-D1EFEDB100C0

Material tipus

HOLOTIP: CRA-23172 (Fig. 6).

Diagnosi

Espècie mitjana de *Javastrombus*, amb espira molt aguda i corona amb només 4 punxes baixes, arrodonides i ortogonals, nòduls clarament atenuats i molt propers a la sutura, llavi rectilini a la seva major part, ortoclí i regularment engruixit, canal posterior i sinus estromboide moderadament profunds, darrera volta poc eixamplada adapicalment, amb una sola punxa dorsal només incipient, callus columellar ben reflectit i adherent damunt tota la rampa subsutural de l'inici de la darrera volta, i sinus anterior breu, estret i recorbat només a l'extrem.

Descripció

Conquilla de mida mitjana (50,0 mm), esvelta i moderadament sòlida, amb només 4 punxes petites, baixes i de base estreta, còniques però ben arrodonides a l'extrem, ortogonals a l'eix d'enrotllament. El dors només presenta un esbós de punxa, molt baix, adjacent al sinus estromboide. L'espira és cònica i ben elevada, molt estreta, amb 7,7 voltes de creixement sumament regular, i forma un angle de només 45°; el cos de la darrera volta, abans de l'expansió del llavi, és subcilíndric, poc eixamplat adapicalment. El llavi és en forma d'ala, moderadament expandit i més engruixit al mig, amb orientació lleugerament ortoclina, quasi recte excepte als extrems; el marge és arrodonit, però molt prim al sinus posterior, el qual és molt profund i eixamplat anteriorment. L'extrem posterior del llavi no és pas prominent, però s'estén per tota la rampa subsutural i és adherent excepte a l'extrem adapical; a l'extrem anterior el sinus estromboide és moderadament ample i profund, però el lòbul estromboide és molt menys marcat. El sinus anterior és estret, molt curt però recorbat. La columella és eixamplada, engruixida i llisa, unida adapicalment al llavi per damunt de la quilla supracolumellar; aquesta és ben marcada, però sense destacar en el conjunt de l'espira. La superfície externa és quasi llisa, amb estries de creixement irregulars, en general molt fines, però formant lleus solcs colabrals regularment espaiats; a més, té fines cordes espirals, perceptibles a tot el dors i una mica més fortes a la rampa subsutural, on n'hi ha 13 bastant iguals. La protoconquilla consta de 2,2 voltes aparentment llises. A l'inici de la teleoconquilla apareixen costelletes axials, ortoclines i molt regulars, que s'estenen al llarg de 2,8 voltes, i s'aturen a 2,7 voltes de l'obertura; els nòduls de l'espira són roms però elevats, i estan arreglats amb poc ordre just per damunt la sutura (13 a la penúltima volta).

Etimologia

L'epítet específic denota la reduïda armadura d'aquesta conquilla: *subinermis* és un adjectiu que significa desarmat, o sense blindatge.

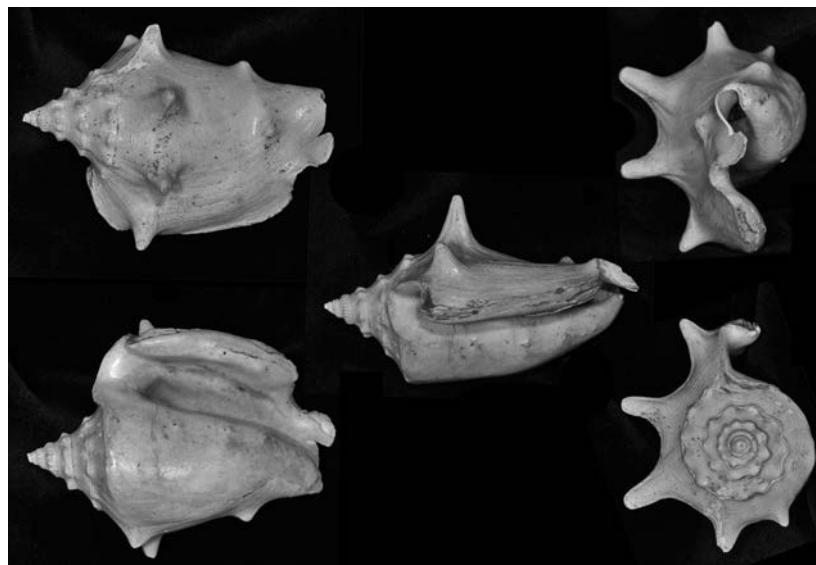


Figura 7. *Javastrombus sondaicus* n. sp. Holotip. Miocè mitjà de Curug Rahong, Mekarjaya, Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat, a l'illa de Java (Indonèsia). Longitud = 54,5 mm.

Distribució

Miocè mitjà del jaciment a Curug Orok (Ci Kandang).

Javastrombus sondaicus n. sp.

urn:lsid:zoobank.org:act:B532BB94-3DD9-4C94-8E99-DE3938B7DAE1

Material tipus

HOLOTIP: CRA-23090, de Curug Rahong (Mekarjaya) (Fig. 7). PARATIPS 1 i 2: CRA-23103-1 i 2, de Serpong (Suradita). PARATIP 3: CRA-23168, de Curug Orok (Ci Kandang).

Diagnosi

Espècie robusta i grossa de *Javastrombus*, amb espira molt ampla i ornada de nòduls suprasuturals sobresurten poc per damunt de la sutura, llavi engruixit amb canal posterior profund i sinus estromboide ample, darrera volta túmida, corona amb 5 punxes arrodonides i orientades abapicalment, 2 punxes dorsals molt baixes i ben separades, cal·lus columellar reflectit que recobreix els nòduls de l'inici de la darrera volta, i sinus anterior lleugerament recorbat.

Descripció

Conquilla de mida grossa (holotip: 54,5 mm; paratips: entre 55,7 i 47,3 mm), robusta i moderadament sòlida, amb una filera de 5 punxes aprimades distalment, arrodonides a l'extrem, amb base ampla i només un xic inclinades abapicalment, tot i que ho semblen més; hi ha 2 punxes dorsals, molt baixes però conspícues, alineades en espiral amb el sinus estromboide, al llarg d'una carena espiral summament tènue a la part abapical del dors. L'espira és cònica i elevada, una mica estretida apicalment, amb 8,5 voltes de creixement ben regular, i forma un angle d'uns 62°; el cos de la darrera volta, abans de l'expansió del llavi, és voluminós, túmid. El llavi és en forma d'ala, moderadament expandit, i força engruixit al tram central, prosoclí i quasi recte; el marge és arrodonit, però molt prim al sinus posterior, el qual és força ample, molt profund i allargassat cap endavant. L'extrem posterior del llavi és notablement prominent, però només recobreix una petita fracció de la rampa subsutural; a l'extrem anterior, el sinus estromboide és ben marcat i ample, adjacent al lòbul estromboide, el qual és prominent i fortament torçat. El sinus anterior és ample, curt i a penes recorbat. La columella és ben engruixida i llisa, unida adapicalment al llavi per damunt de la quilla supracolumellar, la qual és fortament marcada i esbossa una carena. La superfície externa és quasi llisa, amb estries de creixement irregulars, intersectades a la part adapical per cordes espirals molt fines, les quals són perceptibles a la zona del vessant abapical de les punxes, però molt més conspícues a la rampa subsutural; a aquesta zona n'hi ha 13 de principals, i a partir de la quarta des de la sutura n'apareixen d'altres de secundàries, molt més primes, intercalades entre les principals. La protoconquilla consta de 2,4 voltes aparentment lliques. L'inici de la teleoconquilla està marcat per l'aparició de costelletes axials, ortoclines i molt regulars, que s'estenen al llarg de 2,3 voltes, i s'aturen a 3,8 voltes

de l'obertura; els nòduls de l'espira (12 o 13 a la penúltima volta) són molt petits, roms i molt baixos, estan regularment espaiats i amb prou feines sobresurten de la sutura.

Etimologia

El nom específic d'aquesta espècie, *sondaicus*, és un adjectiu gentilici de la regió insular de la Sonda.

Distribució

Miocè mitjà dels jaciments a Curug Rahong (Mekarjaya), Serpong (Suradita) i Curug Orok (Ci Kandang).

Discussió

La diversitat descoberta dins el nou gènere *Javastrombus* és un indicador de la riquesa de les faunes del Miocè mitjà de Java, com també de l'esforç que encara hi manca per assolir-ne una comprensió adequada. L'ordre de les diferències entre les morfoespècies identificades és el mateix que el de les diferències que existeixen entre espècies vivents pertanyents a gèneres diversificats dins la família dels estrombids. D'altra banda, hi ha diverses espècies que procedeixen del mateix jaciment i que vivien juntes, la qual cosa es pot interpretar com una prova de l'existència d'espècies en simpatria. Per tot això, considerar-les com a espècies distintes és raonable; en tot cas, ha de permetre'n un estudi més aprofundit.

Per facilitar-ne la comparació i determinació, es pot seguir la següent clau dicotòmica.

- 1 Dors amb només un esbós de punxa, però amb línies espirals evidents *J. subinermis*
– Amb 2 o 3 punxes baixes al dors, on no hi ha línies espirals o hi són molt tènues 2
- 2 Cos de la darrera volta ben inflada, punxes de la corona orientades abapicalment (almenys a la base) 3
– Cos de la darrera volta estreta, punxes de la corona orientades ortogonalment o lleugerament adapicalment, punxes dorsals al llarg d'una tènue corda espiral 5
- 3 Mida relativament grossa, rampa subsutural amb poques cordes desiguals *J. sondaicus*
– Mida mitjana o petita, rampa subsutural amb cordes nombroses i força iguals 4
- 4 Espira molt ampla amb nòduls que sobresurten lleugerament per damunt de la sutura, quilla supracolumellar ben marcada, superfície llisa, mida mitjana *J. pinguis*
– Espira molt estreta amb nòduls forts i ben separats de la sutura, quilla supracolumellar poc marcada, teleoconquilla breu, mida petita *J. kecil*
- 5 Esvelt, espira molt estreta, rampa subsutural amb cordes més fortes cap a la sutura, sinus estromboide ben marcat i canal anterior fortament recorbat
..... *J. prae gracilis*

- Cos de la darrera volta cilíndroide, espira moderadament estreta, rampa subsutural amb cordes un xic més fortes arran de la corona de punxes, sinus estromboide petit i canal anterior a penes recorbat.....
.....*J. cylindratus*

L'àrea on es dipositaren els sediments que han fornint exemplars de *Javastrombus* devia ser, al llarg del Miocè, una plataforma marina extensa i d'escassa fondària, amb àrees carbonàtiques (Hall, 2013; Morley *et al.*, 2016). La desaparitat en l'escultura de les diferents espècies descrites aquí podria indicar una intensitat variable en la pressió dels depredadors; en el cas d'altres membres de la mateixa família, s'ha atribuït a aquesta causa el desenvolupament iteratiu d'espines (Landau *et al.*, 2011). En aquell medi, doncs, hi havia interaccions de la fauna marina que eren tan intenses i variades com les que hi ha a les mars tropicals actuals, o potser més.

L'origen del gènere *Javastrombus* cal cercar-lo en el grup format pels gèneres *Persististrombus* i *Afristrombus*, tot i que *Javastrombus* ocupa una posició geogràfica allunyada dels altres dos gèneres citats. *Afristrombus* actualment es troba tan sols a les costes africanes occidentals tropicals, però durant el Neogen estava estès pel Paratetis d'Europa central i la regió mediterrània. En canvi, *Persististrombus* es trobava distribuït per l'àrea mediterrània durant l'Oligocè i el Miocè, però des del Miocè també es troba a les costes tropicals atlàntiques i pacífiques d'Amèrica. *Persististrombus* i *Afristrombus* estan relacionats filogenèticament, però la seva divergència és anterior a la diversificació de la majoria d'estrombids americans (Latiolais *et al.*, 2006). Cal destacar que *Afristrombus* fou descrit vàlidament per Bandel (2007), de manera que el nom de substitució *Tethystrombus* Dekkers, 2008 és un sinònim posterior. El nou gènere *Javastrombus* representa una branca d'aquest grup que s'hauria diversificat en aïllament, en un medi favorable, estable i complex, al llarg del Miocè mitjà, durant el Languià i el Serraval·lià (entre 16,0 i 11,6 Ma).

La relació de *Javastrombus* amb els gèneres propers esmentats podria indicar que es tracta de tàxons parafilètics, però això no ha de representar un problema insalvable si considerem les classificacions en diacronia (Cela-Conde & Altaba, 2002; Carter *et al.*, 2011, 2015). En qualsevol cas, identificar i anomenar la radiació evolutiva dins *Javastrombus* sembla útil i correcte.

La diversificació de *Javastrombus* i gèneres propers sembla atribuïble, almenys en bona part, a processos geològics que afectaren la continuïtat o l'aïllament dels seus hàbitats. Així, la complexa reorganització del Paratetis en el context europeu (Palcu & Krijgsman, 2021; Palcu *et al.*, 2023) sembla el motor evolutiu de la família Strombidae en el Miocè de la mar Paratetis al sud i centre d'Europa (Harzhauser & Kronenberg, 2013). A l'altre extrem del Vell Món, l'aparició d'una geografia canviant i dinàmica deguda al xoc de la placa indoaustraliana amb la placa euroasiàtica (Aribowo *et al.*, 2022) sembla la responsable de l'extrema diversificació de molts grups marins que hi va haver a la zona d'Insulíndia (Williams & Duda, 2008). Altres casos de diversificació

comparable dins de la família Strombidae s'han documentat a l'istme de Panamà (Landau *et al.*, 2011) i a la regió dels Everglades, al sud de la península de Florida (Petuch, 2019; Petuch & Berschauer, 2021). De tota manera, cal tenir present que, a banda d'aquests processos de vicariància, hi ha hagut dispersió a llarga distància que ha jugat un paper important. Això últim ho posa de relleu l'existència d'espècies de molluscs amb distribució amfialtànica al llarg del Neogen (Manganelli & Spadini, 2010). Destriar els processos biogeogràfics requerirà una anàlisi filogenètica i un coneixement adient de la situació estratigràfica dels diferents *Javastrombus*.

La complexitat filogenètica descoberta recentment és tan sols un primer pas. Cal més material i un estudi adequat dels jaciments per conèixer la distribució temporal de les diverses espècies i els patrons filogenètics i adaptatius dins aquesta radiació evolutiva.

Agraïments

Els exemplars fòssils foren recollectats amb entusiasme per Rais M. Razes i Muhamad Yusuf, excepte l'holotip de *J. sondaicus*, que me'l va cedir gentilment Josep Juárez-Ruiz. Ed Petuch va atendre amablement diferents consultes sobre faunes actuals i fòssils.

Bibliografia

- Aribowo, S., Husson, L., Natawidjaja, D. H., Authemayou, C., Daryono, M. R., Puji, A. R., Valla, P. G., Pamumpuni, A., Wardhana, D. D., de Gelder, G., Djarwadi, D. & Lorcery, M. 2022. Active back-arc thrust in North West Java, Indonesia. *Tectonics*, 41: e2021TC007120. <https://doi.org/10.1029/2021TC007120>
- Aswan, E. S. 2021. Depositional environmental evolution of Nyalindung Formation based on paleontology molluscan study, Ciodeng area, Sukabumi, West Java, Indonesia. *Riset Geologi dan Pertambangan, Indonesian Journal of Geology and Mining*, 31: 117-130.
- Aswan, E. S., Kistiani, D., Abdurrahman, I. Y., Santoso, W. D., Rudyawan, A. & Oo, T. Z. 2017. Late Miocene molluscan stage of Jawa insight from new field studies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 71: 012031. doi:10.1088/1755-1315/71/1/012031
- Bandel, K. 2007. About the larval shell of some Stromboidea, connected to a review of the classification and phylogeny of the Strombimorpha (Caenogastropoda). *Freiberger Forschungshefte, C*, 524: 97-206.
- Carter, J. G., Altaba, C. R., Anderson, L. C. *et al.* 2011. A synoptical classification of the Bivalvia (Mollusca). *Paleontological Contributions*, 4: 1-47.
- Carter, J. G., Altaba, C. R., Anderson, L. C., Campbell, D. C., Fang, Z., Harries, P. J. & Skelton, P. W. 2015. The paracladistic approach to phylogenetic taxonomy. *Paleontological Contributions*, 12: 1-9.
- Cela-Conde, C. & Altaba, C. R. 2002. Multiplying genera versus moving species: a new taxonomic proposal for the family Homiidae. *South African Journal of Science*, 98: 1-4.
- Clements, B. & Hall, R. 2007. Cretaceous to Late Miocene stratigraphic and tectonic evolution of West Java. P. 617-634. In: 31st

- Annual Convention of the Indonesian Petroleum Association. Indonesian Petroleum Association (IPA). Jakarta. Indonèsia. 1192 p.
- Clezard, A. & Dovesi, M. 2023. A New species of fossil *Pseudosimnia* (Gastropoda: Ovulidae) from the Miocene of West Java, Indonesia. *The Festivus*, 55:154-164.
- Dekkers, A. M. 2002. About abnormalities on the number of eyes and the evolution of the possible eye-sight related shell aspects in Strombidae; introducing new shell terms in Strombidae morphology (Gastropoda: Stromboidea, Strombidae). *The Festivus*, 53: 163-181.
- Dekkers, A. M. 2023. A treatise on the Taxonomy of Strombidae. 2023. *Acta Malacologica Inquisitionis, Journal of Malacological Research*, 1: 1-44.
- Dekkers, A. M., Liverani, V., Ćorić, S., Maxwell, S. J. & Landau, B. M. 2020. A new genus for Indo-Pacific fossil strombids, and two new species from the Miocene of Java and Borneo (Caenogastropoda, Strombidae). *Basteria*, 84: 1-9.
- Dovesi, M. & Parsons, J. 2021. Two new species of *Barycypraea* (Gastropoda: Cypraeidae) from the Miocene of Java, Indonesia. *The Festivus*, 53: 116-126.
- Hall, R. 2013. The palaeogeography of Sundaland and Wallacea since the Late Jurassic. *Journal of Limnology*, 72: 1-17.
- Harzhauser, M. & Kronenberg, G. C. 2013. The Neogene strombid gastropod *Persististrombus* in the Paratethys Sea. *Acta Palaeontologica Polonica*, 58: 785-802.
- Hoek Ostende, L. W. van den, Leloux, J., Wesselingh, F. P. & Winkler Prins, C. F. 2002. Cenozoic Molluscan types from Java (Indonesia) in the Martin Collection (Division of Cenozoic Mollusca), National Museum of Natural History, Leiden. *NNM Technical Bulletin*, 5: 1-130, 3 pls.
- Kapid, R., Santoso, W. D., Ikhsan, B., Jambak, M. A. & Irawan, D. E. 2019. The Mid Miocene Climatic Optimum (MMCO) indication at low latitude sediment case study: the Miocene Cibulakan Formation, Bogor Basin, Indonesia. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 2: 594-600.
- Kase, T., Kurihara, Y., Aguilar, Y. M., Pandita, H., S. Fernando, A. G. & Hayashi, H. 2015. A new cerithioidean genus *Megistocerithium* (Gastropoda; Mollusca) from the Miocene of Southeast Asia: a possible relict of Mesozoic "Eustomatidae". *Paleontological Research*, 19: 299-311.
- Kesuma, N. B. & Aswan. 2022. Paleocurrent study of Nyalindung Formation through mollusks. Paleontological aspects in Ci Galasar River, Sukabumi, West Java. *Bulletin of Geology, Institut Teknologi Bandung*, 6: 919-933.
- Landau, B. M., Beu, A. G., Breitenberger, A. & Dekkers, A. M. 2020a. Middle Miocene tonnoidean gastropods from near Wonosari, Yogyakarta, Java, Indonesia. *Basteria*, 84: 10-25.
- Landau, B., Kronenberg, G. C., Herbert, G. & Silva, C. M. da 2011. The genus *Strombus* (Mollusca: Caenogastropoda: Strombidae) in the Neogene of the Bocas del Toro area, Panama, with the description of three new species. *Journal of Palaeontology*, 85: 337-352.
- Landau, B. M., Raven, J. G. M., Breitenberger, A. E. & Dekkers, A. M., 2020b. *Semiricinula preturbinoidea* spec. nov., a new species from the Miocene of Java (Gastropoda: Muricidae). *Basteria*, 84: 131-134.
- Latiolais, J. M., Taylor, M. S., Roy, K. & Hellberg, M. E. 2006. A molecular phylogenetic analysis of strombid gastropod morphological diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41: 436-444.
- Li, F., Zheng, J., Ma, Q., Gu, Z., Wang, A., Yang, Y. & Liu, C. 2022. Phylogeny of Strombidae (Gastropoda) based on mitochondrial genomes. *Frontiers in Marine Science*, 9: 930910. doi: 10.3389/fmars.2022.930910
- Liverani, V. & Wieneke, U. 2022. Some more species in the genus *Spinatus* Dekkers et al., 2020 (Gastropoda: Strombidae). *Conchylia*, 52: 81-87.
- Manganelli, G. & Spadini, V. 2010. *Onustus plioextensus* (Sacco 1896) (Gastropoda: Caenogastropoda): a Mediterranean Pliocene xenophorid with western Atlantic relationships? *Journal of Conchology*, 40: 333-338.
- Martin, K. 1879-1880. *Die Tertiärschichten auf Java, nach den Entdeckungen von Fr. Junghuhn*. Brill, Leiden. 164 p., 28 pls., 1 mapa.
- Martin, K. 1891-1906. Die Fossilien von Java auf grund einer Sammlung von Dr. R. D. M. Verbeek und von anderen I. Band. Gastropoda. Mit einem Anhang über: Die Foraminiferen führenden Gesteine. *Sammlungen des geologischen Reichs-Museums in Leiden, Neue Folge*, 1: 1-331.
- Maxwell, S. J., Dekkers, A. M., Rymer, T. L. & Congdon, B. C. 2020. Towards resolving the American and West African Strombidae (Mollusca: Gastropoda: Neostromboidae) using integrated taxonomy. *The Festivus*, 52: 3-38.
- Merle, D., Landau, B. M. & Breitenberger, A.E. 2021. New Muricidae (Mollusca, Gastropoda) from the Miocene of Java (Indonesia). *Basteria* 85: 21-33.
- Morley, R. J., Morley, H. P. & Swiecicki, T. 2016. Mio-Pliocene palaeogeography, uplands and river systems of the Sunda region based on mapping within a framework of VIM depositional cycles. P. 1303-1328. In: 40th Annual Convention of the Indonesian Petroleum Association. Indonesian Petroleum Association (IPA). Jakarta. Indonèsia. 2005 p.
- Palcu, D. V. & W. Krijgsman, W. 2021. The dire straits of Paratethys: Gateways to the anoxic giant of Eurasia. *Geological Society, London, Special Publications*, 523: 111-139.
- Palcu, D. V., Mariş, I., de Leeuw, A., Melinte-Dobrinescu, M., Anton, E., Frunzescu, D., Popov, S., Stoica, M. & Jovane, L. 2023. The legacy of the Tethys Ocean: Anoxic seas, evaporitic basins, and megalakes in the Cenozoic of Central Europe Wout Krijgsman. *Earth-Science Reviews*, 246: 104594. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104594>
- Petuch, E. J. 2019. *Cenozoic seas. The view from Eastern North America*. CRC Press, Boca Raton. 324 p.
- Petuch, E. J. & Berschauer, D. P. 2021. *Ancient seas of southern Florida: the geology and paleontology of the Everglades Region*. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton & Oxon. 284 p.
- Robba, E. 1996. The Rembangian (Middle Miocene) mollusk-fauna of Java, Indonesia. I. Archaeogastropoda. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 102: 267-292.
- Robba, E. 2013. Tertiary and Quaternary fossil pyramidelloidean gastropods of Indonesia. *Scripta Geologica*, 144: 1-191.
- Roy, K., Balch, D. P. & Hellberg, M. E. 2001. Spatial patterns of morphological diversity across the Indo-Pacific: analyses using stromboid gastropods. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 268: 2503-2508.
- Savazzi, E. 2007. Constructional morphology of strombid gastropods. *Lethaia*, 24: 311-331.
- Smyth, H., Hall, R., Hamilton, J. & Kinny, P. 2005. East Java: Cenozoic basins, volcanoes and ancient basement. P. 251-266. In: 30th Annual Convention of the Indonesian Petroleum Association. Indonesian Petroleum Association (IPA). Jakarta. Indonèsia. 1192 p.
- Simone, L. R. L. 2005. Comparative morphological study of representatives of the three families of Stromboidea and the Xenophoroidea (Mollusca, Caenogastropoda), with an assessment of their phylogeny. *Arquivos de Zoologia. São Paulo*, 37(2): 141-267.
- Syarifin, 2011. Paleontologi formasi Nyalindung. *Bulletin of Scientific Contribution*, 9: 17-27.

- Wieneke, U., Stoutjesdijk, H. & Simonet, P. (eds.) 2024. Gastropoda Stromboidea. Disponible en: <http://www.stromboidea.de/> [Data de consulta: 12 febrer 2024]
- Wilson, M. E. J. 2002. Cenozoic carbonates in Southeast Asia: implications for equatorial carbonate development. *Sedimentary Geology*, 147: 295-428.
- Williams, S. T. & Duda, T. F. 2008. Did tectonic activity stimulate Oligo-Miocene speciation in the Indo-West Pacific? *Evolution*, 62: 1618-1634.