



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



INSTITUT MEDITERRANI  
D'ESTUDIS AVANÇATS

# Peritatge de la situació de conservació del gènere *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda) a Balears



*Palma de Mallorca, 15 d'octubre de 2003*

**Damià Jaume**

IMEDEA (CSIC-UIB), Institut Mediterrani d'Estudis Avançats  
C/ Miquel Marquès, 21  
07190-Esporles (Mallorca, Illes Balears)

☎ 971 61 17 55 // Fax: 971 61 17 61

E-mail: [d.jaume@uib.es](mailto:d.jaume@uib.es)

# Índex

<b>1. Introducció</b>	<b>3</b>
.....	
<b>2. Sobre la composició específica del gènere <i>Artemia</i></b>	<b>6</b>
.....	
<b>3. Sobre la identitat taxonòmica d'<i>Artemia franciscana</i></b>	<b>11</b>
.....	
<b>4. Criteris morfològics per a la identificació de les espècies d'<i>Artemia</i></b>	<b>12</b>
.....	
<b>5. Situació del gènere a Balears</b>	<b>13</b>
.....	
<b>5.1. Antecedents</b>	<b>13</b>
.....	
<b>5.2. Localitats prospectades</b>	<b>13</b>
.....	
<b>5.3 Materials i mètodes d'estudi</b>	<b>14</b>
.....	
<b>5.4. Resultats</b>	<b>15</b>
.....	
<b>6. Conclusions</b>	<b>15</b>
.....	

## 1. Introducció

*Artemia* Leach, 1819 (Fig. 1; Branchiopoda: Anostraca) és un gènere de crustacis estretament adaptat a la vida en ambients hipersalins, tant atalàssics com marins litorals. Es coneix a tots els continents excepte l'Antàrtida, a localitats situades a alçàries que van des del nivell de la mar (llacunes costeneres) fins als 4500 m d'altitud a llacs salats del Tíbet. El seu hàbitat característic el constitueixen masses d'aigua de salinitat compresa entre els 30 i 300 g l<sup>-1</sup>, sense peixos, i ocupades per comunitats de diversitat específica molt baixa i estructura tròfica molt simple.



Fig. 1. Femella d'*Artemia salina* en vista ventral.

*Artemia* s'ha convertit en objecte d'estudi intensiu als dos darrers decennis en adonar-sen els científics que les seves larves (denominades nauplis; que eclosionen fàcilment a partir de cists preservats en sec, i per tant fàcilment comercials) representen un aliment excel·lent per als estadis larvaris de peixos, així com mol·luscs i altres crustacis explotats en aquicultura, sobre tot marina (Léger *et al.*, 1986; Bengtson *et al.*, 1991), enc que també dolçaquícola. El consum de cists d'*Artemia* per part d'aquesta indústria es va estimar l'any 1994 en unes 2000 tones anuals (Triantaphyllidis *et al.*, 1994), essent en l'actualitat de bon tros molt superior (una única empresa xinesa, per exemple, produeix actualment unes 1000 tones anuals – veure [www.artemia-china.com](http://www.artemia-china.com)).

La immensa majoria dels cists que es troben al mercat occidental provenen d'una única població explotada comercialment per a tal fi, la del Gran Llac Salat de Utah, als Estats Units, població que es vé assignant a l'espècie *Artemia franciscana* (o *A. franciscana franciscana*; veure més abaix). Les soques d'*Artemia* nadiues de la regió de la badia de San Francisco, a Califòrnia –les segones en importància sotmeses a explotació comercial– també pertanyen a aquest tàxon. La inoculació de cists d'aquesta espècie nordamericana a llocs adients per tal d'assegurar-ne l'abastiment, així com la lliberació voluntària o accidental de cists/nauplis en ambients hipersalins del voltant dels establiments

d'aqüicultura, ha produït la seva irrupció a pràcticament tots els continents (**Triantaphyllidis et al., 1998**). D'altra banda, se sap que l'espècie pot dispersar-se pasivament per ornitocòria (**Vanhaecke et al., 1987**). Una altra font potencial d'introduccions deriva de la venda de cists d'*Artemia* (probablement també atribuïbles a *A. franciscana*, malgrat apareixin identificades en moltes ocasions als paquets com *A. salina*) per tal de fer-los ecllosionar a casa i utilitzar-los com a juguetes o mascotes per infants. El seu nom comercial respòn a "Sea Monkeys", es venen per Internet, i basta introduir aquests mots al cercador Google per fer-se una idea de la seva popularitat, sobre tot als Estats Units (veure, per exemple, [www.sea-monkeys.com](http://www.sea-monkeys.com)). A Espanya es comercialitzaven fa uns anys amb un altre nom (que no podem recordar), adjunts (els cists) a un llibre infantil sobre fades o dones d'aigua.

Si bé l'alliberament intencionat de *Sea Monkeys* en hàbitats naturals molt probablement no conduirà a l'establiment de poblacions salvatjes, per l'escàs nombre d'individus fundadors, la introducció masiva de cists o nauplis associada a la pràctica de la aqüicultura representa un risc per a la conservació de les poblacions nadiues d'*Artemia* eventualment presents en aquests hàbitats. S'ha demostrat repetidament (enc que en condicions de laboratori) que *A. franciscana* és competitivament superior a la resta d'espècies bisexuals i poblacions partenogenètiques del gènere (**Browne et al., 1988; Browne & Halanych, 1989; Triantaphyllidis et al., 1995; Browne et al., 1984; 1991**).

Recentment (2003) va tenir lloc a León el 1<sup>er</sup> Congrés Ibèric sobre Espècies Introduïdes i Invasores. Enllà es va posar de manifest la preocupació per la conservació dels taxa autòctons de la Península (*Artemia salina* i *A. parthenogenetica*), rera presentar-se una ponència sobre la detecció de l'espècie invasora *A. franciscana* al nostre territori, concretament a algunes salines costaneres d'Andalusia (l'espècie, no obstant, havia estat ja detectada anteriorment a Portugal; **Triantaphyllidis et al., 1998**).

El Cap de sevei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, Sr. Joan Mayol Serra, assistent al congrés i coneixedor de la presència de poblacions autòctones d'*Artemia* a Balears, es va posar immediatament en contacte amb l'IMEDEA un cop retornat a Palma per tal d'avaluar urgentment l'estatus de conservació del gènere a Balears, i poder prendre les eventuais mesures de gestió de cara a assegurar la pervivència de les nostres poblacions autòctones en front d'aquesta espècie nordamericana. El resultat d'aquest peritatge es presenta a continuació.

*Artemia* no és un gènere de taxonomia senzilla, i resta encara un llarg camí per a arribar a un consens entre els zoòlegs a l'hora de delimitar de forma definitiva les espècies que el componen. La seva extremada plasticitat fenotípica,

determinada directament per variables ambientals (salinitat, temperatura, etc.;

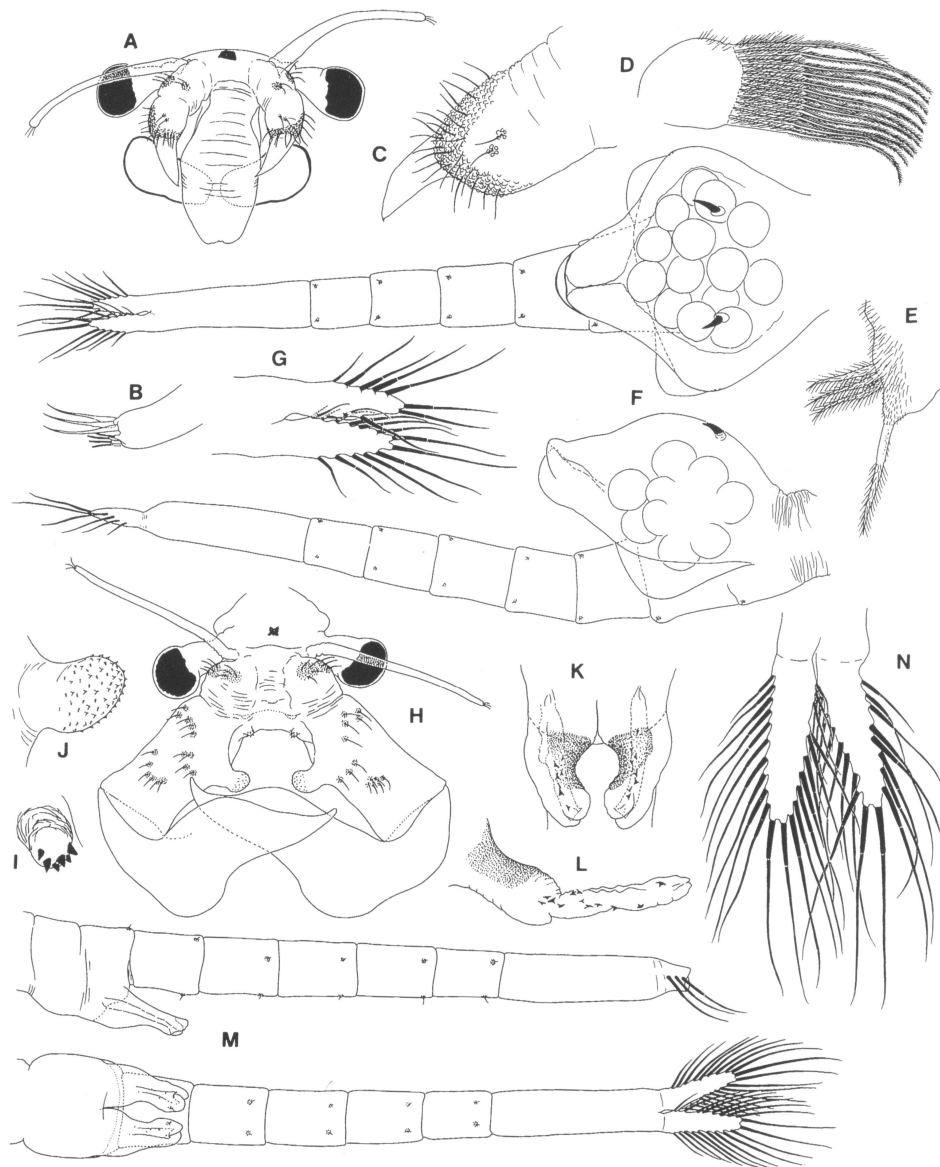


Fig. 2. *Artemia salina* del Salobrar de Campos.

Gilchrist, 1960; Margalef, 1974; Amat, 1980b), ha conduït a un caos nomenclatural considerable, en designar-se indiscriminadament amb diferents noms específics poblacions que exhibien diferents morfologies, i col·lectades a diferents temperatures i/o salinitats (per a una revisió de la confusió de noms usats per denominar les diferents poblacions d'*Artemia*, veure Amat, 1980a; 1980b; i Belk & Brtek, 1995). A això cal afegir que moltes poblacions manifesten dos fenòmens que rarament es donen al regne animal: partenogènesi i poliploidia – el que impossibilita utilitzar criteris d'encreuament a l'hora de definir espècies. La dificultat de diagnosticar les espècies en base a criteris

taxonòmics tradicionals (i.e., morfologia externa) va conduir a que, per exemple, a la monografia sobre els crustacis branquiòpodes de la sèrie *Fauna Iberica* (Alonso, 1996), en tractar del gènere, es deixàs innominada enc que identificada per llur localització (Salobrar de Campos) la població usada per descriure en detall les formes ibèriques, a l'espera d'una clarificació de la sistemàtica del gènere (Fig. 2).

És per tant necessari, enc que enferragós, haver-se d'estendre una mica a continuació en la descripció de la situació taxonòmica del gènere i dels criteris seguits a l'hora d'identificar els diferents tàxons, tant en l'àmbit Balear com a la resta del Món.

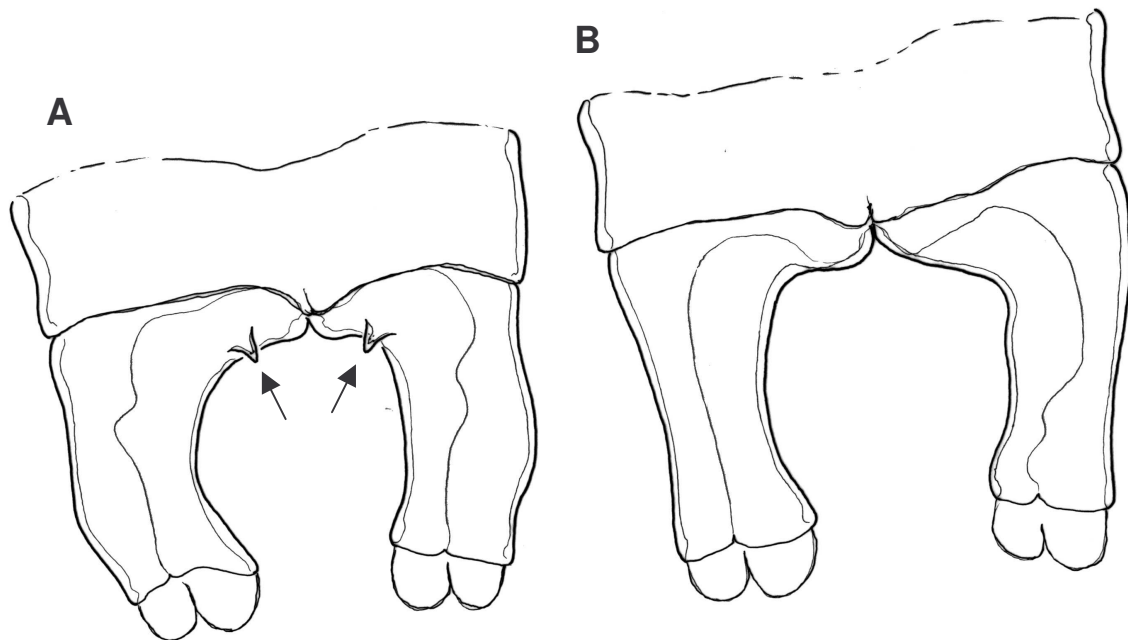
## 2. Sobre la composició específica del gènere *Artemia*

El gènere es compon de varies espècies bisexuals (diploides  $2n= 42$  ó  $44$ ), presents a tots els continents excepte l'Antàrtida, a més de nombroses poblacions partenogenètiques distribuïdes per la regió peri-Mediterrània, Àsia, Àfrica i Austràlia. Entre aquestes poblacions partenogenètiques, a més de formes diploids ( $2n= 42$ ) es troben d'altres de poliploids: triploids ( $3n= 63$ ), tetraploids ( $4n= 84$ ) o pentaploids ( $5n= 105$ ), essent diploidia i tetraploidia les condicions més freqüents, i podent ocórrer diferents nivells de poliploidia fins i tot a dins una mateixa població natural.

La taxonomia del gènere ha patit, i encara pateix, del costum dels estudiosos del grup de designar amb noms específics totes les poblacions que mostrin alguna característica diferencial, sia morfològica o fisiològica, sense posar esment en l'extraordinària plasticitat fenotípica del grup, directament depenent de variables ambientals. La situació és tal que, a l'hora de voler establir comparacions morfològiques entre diverses poblacions i esbrinar els caràcters taxonòmicament diagnòstics, es recomana usar únicament poblacions criades al laboratori sota les mateixes condicions, estandaritzades, de salinitat, temperatura i fotoperíode (Hontoria & Amat, 1992a; 1992b; Triantaphyllidis *et al.*, 1997b; 1997c). D'altra banda, s'han aplicat en alguns casos criteris ecològics d'aïllament (i.e. suposada adaptació fisiològica a determinades condicions específiques de composició química de l'aigua, per exemple quin és l'anió majoritari -clorur, sulfat o carbonat- no tolerades per la resta de poblacions) a l'hora de designar poblacions (Browne & Bowen, 1991), si bé aquestes suposades espècies o subespècies es poden creuar i tenir descendència fèrtil al laboratori (Bowen *et al.*, 1985).

Per tal de no basar les identifications únicament en criteris morfològics, diagnòsticament dubtosos en general, i en front de l'evidència de que no es pot usar l'aïllament ecològic a l'hora de caracteritzar les espècies, els estudiosos del grup solen fer servir avui una combinació de quatre criteris a l'hora de realitzar identifications, i s'encoratja a que s'usi la denominació *Artemia* sp. per designar les poblacions fins a no tenir evidències bioquímiques, citogenètiques i morfològiques suficients com per a identificar l'espècie. Aquests quatre criteris són:

- Aspecte general dels adults. La informació disponible sobre aquesta qüestió és confusa i fa que aquest criteri sigui poc fiable. Si hom es refia del que llegueix, sembla que la caracterització de les diferents espècies és precisa i incontrovertible. Però el cert és que es fonamenta en general en l'anàlisi multivariada discriminant d'un nombre de mesures corporals, per tal de maximitzar la separació entre diferents grups de poblacions definits *a priori* (p.e., poblacions ibèriques, americanes, partenogenètiques, bisexuals, etc..) (**Hontoria & Amat, 1992a; 1992b; Triantaphyllidis et al., 1997b; 1997c**), i això en poblacions criades al laboratori en condicions estandaritzades. Rarament ho fa en la expressió d'estructures peculiars (p.e., presència d'esperó a la cara medial dels hemipenis masculins, o l'esculpturització peculiar de la cutícula de l'ovisac femení; **Triantaphyllidis et al., 1997a; 1997b**). A més a més, alguns d'aquests trets morfològics suposadament diagnòstics han demostrat ésser controvertits per llur variabilitat en funció de les condicions ambientals, com la forma de la furca (= les dues branques caudals; **Amat, 1980b**), o fins i tot erronis, com la utilitació de la forma del bulb frontal present al cap dels mascles per distingir espècies (**Mura et al., 1989a; 1989b**; rebutats per **Thiéry & Robert, 1992**, i per **Triantaphyllidis et al., 1997b**).
- El número de cromosomes [(2n= 42 ó 44; 3n= 63; 4n= 84; 5n= 105], determinat per estudis citogenètics.
- La distància genètica (índex "D" de Nei; **Nei, 1972**), determinada mitjançant electroforesi d'isoenzims (**Triantaphyllidis et al., 1997a; Beardmore & Abreu-Grobois, 1983**) i, més recentment, anàlisis moleculars d'ADN: RAPD (= *Random amplification of polymorphic DNA*; **Sun et al., 1999**), AFLP (= *Amplified Fragment Length Polymorphisms*; **Triantaphyllidis et al., 1997a**), i anàlisi d'ADN mitocondrial (**Pérez et al., 1994**).
- El resultat d'experiments d'encreuament, per a comprovar si les suposades espècies es troben aïllades una de l'altra (i.e., si els descendents són fèrtils o no).



**Fig. 3.** Esquema dels hemipenis d'*Artemia*. A, hemipenis corresponent a qualsevol espècie excepte *A. salina*; les fletxes apunten a les dues protuberàncies medio-proximals; B, hemipenis d'*A. salina*.

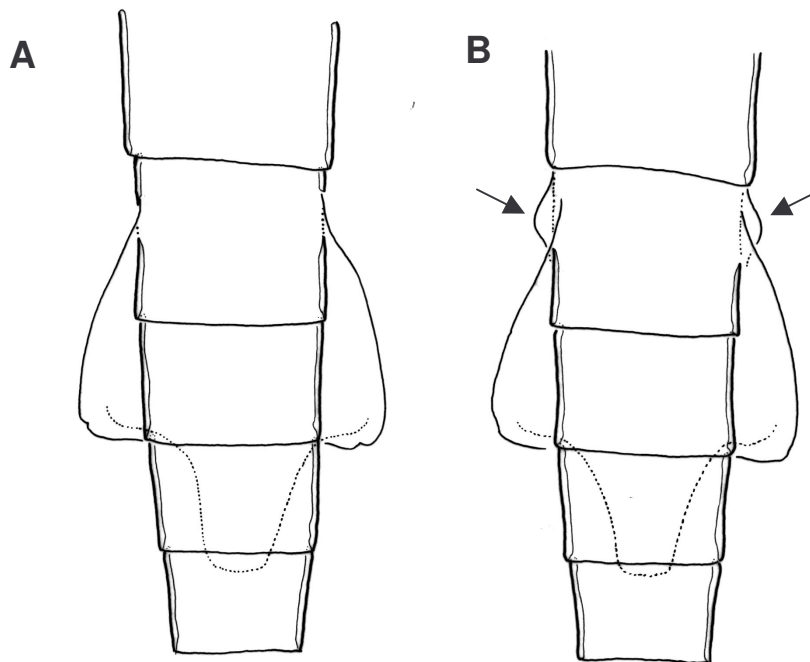
En quant a les formes bisexuals, s'accepten de forma més o menys generalitzada com a espècies vàlides les sis citades a continuació, enc que des de l'ortodòxia taxonòmica la majoria no poden considerar-se com a tals, bé per tractar-se en realitat de complexes d'espècies críptiques (indistingibles morfològicament), bé per no estar aïllades reproductivament (es creuen en condicions de laboratori), o bé per no haver estat mai descrites formalment:

- *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) (= *A. tunisiana* Bowen & Sterling, 1978): distribució peri-mediterrània; 42 cromosomes. Tret morfològic distintiu: absència d'esperò a la cara medial de la base dels hemipenis als mascles (**Triantaphyllidis et al., 1997a**), i absència de regruix laterodorsal (un a cada banda) al somit genital de les femelles, just davant de la inserció del sac ovíger (**Amat, 1980a**).
- *Artemia urmiana* Günther, 1890: endèmica del llac Urmia, a l'Iran; 42 cromosomes. Segons estudis filogenètics (**Beardmore & Abreu-Grobois, 1983**), de la mateixa soca a la que pertany aquesta espècie haurien derivat totes les formes partenogenètiques del gènere. Tret morfològic distintiu: esculpturització característica de la cutícula del sac ovíger femení (**Triantaphyllidis et al., 1997b**).
- *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968: Confinada a una petita regió de l'Argentina, i tal volta a Sardenya, enc que aquesta darrera citació

no ha pogut esser confirmada posteriorment (**Barigozzi, 1989**); 44 cromosomes.

- *Artemia franciscana* Kellogg, 1906: Nord i Centramèrica, i illes del Pacífic (introduïda?); 42 cromosomes.
- *Artemia sinica* Cai, 1989: Àsia central i oriental; 42 cromosomes.
- *Artemia* sp. Pilla & Beardmore, 1994: Kazajstan; 42 cromosomes.

*Artemia salina*, *A. franciscana* (enc que veure més abaix), *A. persimilis* i *A. urmiana* es consideren tàxons bé caracteritzats. Però recentment **Pilla & Beardmore (1994)**, i **Truong (1995)** han demostrat que *A. urmiana*, *A. sinica* i l'*Artemia* de Kazajstan, malgrat exhibir un grau elevat de diferenciació morfològica i genètica, es poden creuar en condicions de laboratori i els híbrids són fèrtils. Això aixeca dubtes sobre la consideració taxonòmica de les dues darreres com a espècies independents respecte d'*A. urmiana*. Cal afagir, a més, que els suposats caràcters morfològics diagnòstics d'*A. franciscana*, *A. persimilis*, *A. sinica* i l'*Artemia* innominada de Kazajstan rauen més en el resultat d'anàlisis estadístiques multivariades d'un bon nombre de simples variables biomètriques corporals, que en la manifestació de trets morfològics peculiars (**Amat, 1980a**; **Hontoria & Amat, 1992b**; **Triantaphyllidis et al., 1997b**).



**Fig. 4.** Part proximal de l'abdomen femení d'*Artemia* en visió dorsal. A, *A. salina*, sense regruixos laterodorsals al somit genital, just davant de la inserció del sac ovíger; B, *A. franciscana* de la Badia de San Francisco, i *A. parthenogenetica* espanyoles (les fletxes apunten als regruixos diagnòstics).

En quant a les poblacions partenogenètiques, independentment del seu origen geogràfic o grau de ploïdia, totes elles es vénen denominant per conveniència *Artemia parthenogenetica* Barigozzi, 1974, enc que aquesta denominació no te cap valor taxonòmic. En efecte, no sols no existeix material ni localitat tipus de l'espècie, sinó que rera aquesta denominació s'hi amaga com hem vist una gran variabilitat genètica (el diferent nivell de ploïdia n'és sols el més evident), així com una gran variació en certs caràcters quantitius (diàmetre dels cists, taxa de creixement, nivell de resistència a temperatures elevades, etc.) resultat de l'adaptació dels diferents clons a les condicions locals. Com al cas de les espècies bisexuals, la identificació d'*Artemia parthenogenetica* en base a la morfologia externa és problemàtica. **Amat (1980a)** esmenta que les poblacions partenogenètiques espanyoles mostren les primeres antenes més llargues i dreçades que les poblacions bisexuals, així com els regruixos laterals al segment abdominal abans esmentats, absents a les femelles bisexuals. D'altre banda, s'han intentat caracteritzar en base a anàlisi multivariant discriminant (**Triantaphyllidis et al., 1997c**); **Hontoria & Amat (1992a)** es veuen capaços fins i tot de distingir les formes partenogenètiques diploïds de les tetraploïds d'aigües ibèriques utilitzant aquests mètodes. Cal recordar un cop més, però, que aquests mètodes utilitzen únicament mesures corporals preses d'individus criats al laboratori en condicions estandarditzades.

A la regió Mediterrània s'han citat fins ara tres espècies d'*Artemia*. La més comuna de bon tros és *Artemia parthenogenetica*, nom de conveniència sense fonament taxonòmic, i que serveix per denominar un conjunt molt heterogeni de poblacions, tant en complement cromosòmic com en característiques fisiològiques. Al Mediterrani occidental sols hi ha citades poblacions partenogenètiques diploïds (2n) i tetraploïds (4n) (**Triantaphyllidis et al., 1998**). *Artemia salina*, la segona espècie present a la regió és, en canvi, molt més rara i localitzada. Un resum bastant actualitzat de la distribució general d'ambdues espècies es pot trobar a **Triantaphyllidis et al. (1998)**. Una tercera espècie, *Artemia persimilis*, l'espècie amb dotació cromosòmica  $2n=44$  acantonada a una petita regió de la pampa Argentina, fou citada a l'article original on es presentava llur descripció formal també com a present a les salines de San Bartolomeo, a prop de Cagliari (Sardenya; **Piccinelli & Prosdocimi, 1968**). Aquest registre no ha pogut ésser confirmat de bell nou des de llavors ençà, i es tendeix a ignorar-lo (**Barigozzi, 1989; Triantaphyllidis et al., 1997a**).

A la bibliografia recent sobre *Artemia* a la regió Mediterrània apareix amb profusió un altre nom, *A. tunisiana* Bowen & Sterling, 1978. Aquest nom no té cap validesa taxonòmica, doncs s'ha demostrat que és sinònim d'*A. salina* (**Triantaphyllidis et al., 1997a**).

### 3. Sobre la identitat taxonòmica d'*Artemia franciscana*

Farem a continuació uns comentaris sobre la taxonomia d'aquesta espècie, doncs es tracta de la considerada com a potencial invasora al nostre territori.

Les poblacions americanes d'*Artemia* són exclusivament bisexuals. Apart d'*Artemia persimilis*, acantonada a l'Argentina, hi ha un altre tàxon, autòcton d'Amèrica del Nord, Central i el Carib, i introduït a Sudamèrica, que es ve denominant com *Artemia franciscana*. Aquest tàxon, no obstant, és probablement un complex supraespecífic que engloba tota una sèrie de poblacions aïllades reproductivament a la natura (enc que no al laboratori; **Bowen et al., 1985**) i amb peculiaritats fisiològiques i ecològiques (i.e., tolerància a la composició química peculiar de les aigües) que podrien fer-les meritòries d'un reconeixement diferenciat. Així, es vénen distingint *A. franciscana franciscana* Kellogg, 1906, pròpia del Gran Llac Salat de Utah (USA) i les salines de la costa de Nord, Centre i Sudamèrica; *A. franciscana monica* Verrill, 1896 (endèmica del Llac Mono, Califòrnia); i una forma d'*A. franciscana* sense denominar, pròpia dels llacs de baix contingut en clorurs i alt contingut en carbonats de Nebraska (USA) (**Browne & Bowen, 1991**). A més a més, quan més poblacions americanes s'estudien més clar sembla que la denominació *A. franciscana* no és més que un nom de conveniència, a l'estil de l'esmentat abans per *A. parthenogenetica*, ja que hi ha moltes poblacions bisexuals que s'ha demostrat que es troben separades unes de les altres per barreres tant reproductives com a ecològiques, i que mereixerien per tant una designació específica individualitzada (**Bowen et al., 1985; Torrentera & Dodson, 1995; Camargo et al., 2002; Mayer, 2002**). De totes formes, s'ha demostrat també que tots aquests taxa americans reunits sota la denominació d'*A. franciscana* es troben aïllats reproductivament (en condicions de laboratori) de la resta de poblacions bisexuals del Món estudiades fins ara (**Pilla & Beardmore, 1994; Xin et al., 1994**).

Com ja hem esmentat més a dalt, la gran majoria de cists d'*Artemia* que es troben al mercat provenen de la població del Gran Llac Salat de Utah o de la regió de la badia de San Francisco, explotades per a tal fi, i que cal atribuir per tant a la subespècie *A. franciscana franciscana*<sup>1</sup>. Això, dit a efectes d'identificar amb precisió els possibles intrusos presents a les nostres llacunes costaneres i salines.

---

<sup>1</sup> A Internet comencen a ofertar-se cists d'*Artemia* de procedència xinesa (p.e: [www.artemia-china.com](http://www.artemia-china.com)), probablement corresponents a *A. parthenogenetica* (**Triantaphyllidis et al., 1998**). D'altra banda, els paquets de cists de "Sea Monkeys" freqüentment els atribueixen a *A. salina*, enc que això pot estar mancat de rigor taxonòmic, essent molt probablement *A. franciscana* l'espècie a la que corresponen.

#### 4. Criteris morfològics per a la identificació de les espècies d'*Artemia*

Resumirem aquí els únics trets morfològics distintius no-biomètrics diagnòsticament vàlids per a distingir entre les diferents espècies d'*Artemia*, i quin és el seu abast d'aplicació.

- **Mascles:** presència d'un petit esperó a la cara medial (= interna) de la porció proximal dels hemipenis (Fig. 3; **Triantaphyllidis et al., 1997a**). L'única espècie bisexual que no en presenta és *Artemia salina*.
- **Femelles:** Al menys les formes partenogenètiques mediterrànies i les femelles d'*Artemia franciscana* originàries de la badia de San Francisco (Califòrnia) mostren un regruix laterodorsal (un a cada banda) al somit genital, just davant de la inserció del sac ovíger (Fig. 4; **Amat, 1980a**); aquests regruixos són absents a les femelles d'*A. salina*. D'altra banda, l'esculpturització peculiar de la cutícula del sac ovíger de les femelles d'*A. urmiana* permet distingir-les de tota la resta d'espècies (**Triantaphyllidis et al., 1997b**).

Així doncs *Artemia salina*, l'única espècie bisexual del gènere autòctona de a la regió Mediterrània, pot distingir-se d'*Artemia franciscana* atenent a l'absència d'esperó medial als hemipenis masculins, i a l'absència de regruixos dorsolaterals (un a cada costat) a l'inici del sac ovíger femení, al segment abdominal.

La distinció de les formes partenogenètiques (*Artemia parthenogenetica*) pot fer-se en base a la composició unisexual femenina de la població. Però aquest no és sempre el cas, doncs es conèixen casos excepcionals on aquestes poblacions partenogenètiques produeixen mascles, si bé en escàs nombre (**Thiéry & Puente, 2002; MacDonald & Browne, 1987**). Si bé les femelles partenogenètiques poden distingir-se de les d'*A. salina*, en presentar els regruixos dorsolaterals abans esmentats, el major problema el trobaríem en tractar de distingir eventuais poblacions partenogenètiques autòctones, d'intrussos d'*A. franciscana* presents a la mateixa població. La situació seria especialment complicada si la població partenogenètica hagués produït mascles: No he trobat cap referència de si aquests mascles exhibeixen esperó medial als hemipenis (com els d'*A. franciscana*), enc que cal suposar que així és, doncs els mascles d'*A. urmiana* (l'espècie bisexual més propera a les formes partenogenètiques; **Beardmore & Abreu-Grobois, 1983**) n'exhibeix (**Triantaphyllidis et al., 1997a**). Aquests mascles serien per tant eventualment indistingibles morfològicament dels d'*Artemia franciscana*.

Així doncs, si bé la distinció entre *Artemia salina* i exemplars d'*A. parthenogenetica* o *A. franciscana* eventualment presents a la mateixa localitat és

sencilla, la distinció en eventuais poblacions mixtes d'*A. parthenogenetica* i *A. franciscana* sembla difícil, sobre tot si la població partenogenètica ha produït excepcionalment mascles. D'igual forma, a una població mixta d'*Artemia parthenogenetica* i *A. salina* es pot donar hipotèticament el cas de que la primera produeixi mascles, i en aquest cas aquests mascles podrien atribuir-se erròniament a *A. franciscana*, quan en realitat són autòctons.

## 5. Situació del gènere *Artemia* a Balears

### 5.1. Antecedents

El gènere apareix citat (com *Artemia salina*) per primer cop a les nostres Illes als treballs d'Odón de Buen, que l'esmenta del Salobrar de Campos, així com també de les Salines d'Eivissa i a les Salines i els estanyets de l'Estany Pudent de Formentera (**de Buen, 1916**). El Dr Ramón Margalef la torna a citar d'aquestes mateixes localitats (Salobrar de Campos: **Margalef, 1953b**; Salines d'Eivissa: **Margalef, 1951; 1953a**, Salines de Formentera: (**Margalef, 1953a**). Ulteriorment, **Amat (1980a)** va estudiar *Artemia* de les Salines d'Eivissa, però evita assignar-les a una espècie concreta, limitant-se a esmentar que es tracta d'una població bisexual. El mateix fan **Hontoria & Amat (1992a)**, enc que en aquest cas tampoc entren en detalls en quant a la localitació de la població estudiada ("Ibiza"). **Pretus (1990)** recull les mateixes citacions de de Buen i Margalef, mantenint la denominació *Artemia salina*, i a la seva tesi doctoral (**Pretus, 1991**) remarca l'absència del gènere a Menorca, atribuint-la a que aquesta illa cau fora del circuit migratori dels flamencs (*Phoenicopterus ruber*), considerats consumidors i bon dispersors dels cists del crustaci. **Alonso (1996)** descriu i il·lustra la població del Salobrar de Campos, bisexual, enc que la manté sense assignació específica. Finalment, **Triantaphyllidis et al. (1998)** recull totes les informacions sobre *Artemia* del Món registrades a l'*Artemia Reference Center* de la Universitat de Ghent (Bèlgica), citant *Artemia salina* un cop més a les tres illes, assegurant l'assignació en especificar que es tracta de poblacions bisexuals diploids.

### 5.2. Localitats prospectades

En conformitat al plec de condicions presentat per la Conselleria de Medi Ambient, s'han prospectat les 20 localitats especificades al document, que apareixen a la Taula 1. S'ha posat especial cura en el mostratge de localitats situades al voltant de l'única piscifactoria situada al voltant d'una zona potencialment habitable per *Artemia*, i d'on es té constància de la utilització (actual o passada) de cists d'*Artemia* adquirits a cases comercials per tal de

produir nauplis i alimentar les larves de peix. Es tracta de la piscifactoria de GESA situada a dins la central elèctrica d'Es Murtetar, a Alcúdia. Altres piscifactories d'on es té constància d'utilització de cists d'*Artemia* d'origen comercial, enc que situades a emplaçaments sense zones humides al voltant, són la recentment desmantellada del Port d'Andratx (gestionada per la Conselleria d'Agricultura i Pesca), i la de GESA de Sant Joan de Deu (Palma).

**Taula 1.** Relació de localitats on es demana confirmació de presència d'*Artemia* i la seva adscripció específica.

<p>MALLORCA</p> <p>Parc Natural de s'Albufera: Cibollar, Salinetes          Torrent de Son Real          Torrent de Na Borges          Torrent de Canyamel          Font de N'Alis i S' Amarador (Mondragó)          Estany de Ses Gambes          Salines del Palmer (Colònia de Sant Jordi)</p> <p>MENORCA</p> <p>Salines de Fornells          Salines d'Addaia          Es Grau          Cala en Porter          Son Bou          Son Saura del Sud          Son Saura del Nord</p>	<p>EIVISSA</p> <p>Ses Salines          Salines des Cavallet          Sa Sal Rossa          Ses Feixes</p> <p>FORMENTERA</p> <p>Estany Pudent          Estanyets de s'Estany des Peix</p>
--	--

### 5.3. Material i mètodes d'estudi

Les mostres es van prendre amb una màniga de plàncton de 35 cm de diàmetre de boca, confeccionada amb malla de Nylal de 65 µm de llum. Els espècimens eren fixats *in situ* amb formalina. Al laboratori, previ l'estudi morfològic sota lupa binocular i microscopi òptic dotat de contrast interferencial, els animals eren sotmesos a un procés de digestió per tal d'eliminar els seus teixits interns i poder veure amb tota clarietat les estructures tegumentàries. A tal fi, es mantenien durant 15 minuts a 100 °C a dins un recipient amb àcid làctic i unes gotes de solució de Clorazol Black B, un colorant amb afinitat molt grossa per la cutícula dels artròpodes, i que revela fins les estructures cuticulars més tènues. El material així digerit es rentava ulteriorment amb aigua destil·lada, i es montava en lactofenol. Les disseccions es realitzaren mitjançants agulles de tungstè afilades en bany electrolític d'hidròxid potàssic.

### 5.4. Resultats

Seguint els criteris morfològics d'identificació adults esmentats, *Artemia salina* (L., 1758) ha estat l'única espècie del gènere que s'ha registrat al present estudi de prospecció. Ha aparegut únicament a les quatre localitats ja esmentades per altres autors: Salines del Salobrar de Campos, Salines d'Eivissa, Salines de Formentera, i els estanyets de l'Estany Pudent, a la mateixa illa. Això no obstant, el Dr. Francesc Amat, de l'Estación de Acuicultura de Torre de la Sal (CSIC), a Torre de Cabanes (Castelló), màxima autoritat espanyola en la matèria, ens ha informat verbalment de què el seu equip ha detectat la presència d'*A. parthenogenetica* a les Salines d'Eivissa en algunes ocasions, si bé en escàs nombre. Nosaltres no l'hem detectada.

## 6. Conclusions

No s'han trobat evidències al present estudi de la presència de l'espècie intrusa americana *Artemia franciscana* a les nostres salines i salobrars litorals. Les úniques espècies del gènere presents són l'autòctona *Artemia salina* (bisexual diploid), i (per comunicació verbal de F. Amat), *A. parthenogenetica*, mesclada ocasionalment amb *A. salina*, a les Salines d'Eivissa.

No hi ha rastre de presència d'*Artemia* als indrets de s'Albufera d'Alcúdia (Estany des Cibollar i des Ponts) propers a la piscifactoria d'Es Murterar, a on fins fa poc s'utilitzaven cists comercials d'*Artemia* (probablement corresponents a *A. franciscana*) per produir nauplis i alimentar larves de peix. La presència de peixos a l'estany des Ponts, on s'aboca aigua des de la central, és una garantia de control i impediment de l'establiment de poblacions d'aquesta espècie a partir de nauplis que poguessin ésser alliberats amb aquestes aigües.

No s'ha trobat rastre de presència d'*Artemia* a l'illa de Menorca. La hipòtesi atribuint aquesta absència al fet de que l'illa es troba fora dels circuits migratoris dels flamencs (**Pretus, 1991**), potencials dispersors de cists, perd fonament si hom repara en que l'única espècie d'*Artemia* present als aiguamolls del sud de França és *Artemia parthenogenetica* (veure **Triantaphyllidis et al., 1998**), mentre que a Mallorca i Formentera, i com a component majoritari de les poblacions d'Eivissa, es troba únicament *A. salina*. Calen per tant estudis a fons del paper dels flamencs i altres aucells consumidors (i dispersors) de cists d'*Artemia* (com *Tadorna tadorna*; **MacDonald, 1980**) per tal de conèixer si *A. franciscana* podria arribar a les nostres aigües per ornitocòria, enc que sembla que es una amenaça poc fonamentada pel que hem comentat abans sobre la diferent composició específica de les poblacions d'*Artemia* de la Camarga i les de les Balears.

Referències

- Alonso M. 1996.** *Fauna Iberica, 7. Branchiopoda*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.
- Amat F. 1980a.** Diferenciación y distribución de las poblaciones de *Artemia* (Crustáceo, Branquiópodo) en España. I. Análisis morfológico. Estudios alométricos referidos al crecimiento y a la forma. *Inv. Pesq.* **44**: 217-240.
- Amat F. 1980b.** Diferenciación y distribución de las poblaciones de *Artemia* (Crustáceo, Branquiópodo) en España. II. Incidencia de la salinidad ambiental sobre la morfología y el desarrollo. *Inv. Pesq.* **44**: 485-503.
- Barigozzi C. 1989.** Cytogenetics and speciation of the brine shrimp *Artemia*. *Atti Acc. Lincei Mem. fis.* **19**: 57-96.
- Beardmore J.A. & Abreu-Grobois F.A. 1983.** Taxonomy and evolution in the brine shrimp *Artemia*. In: Oxford G.S. & Rollinson D. (eds.), *Protein Polymorphism: Adaptive and Taxonomic Significance*: 153-164. Academic Press, London.
- Belk D. & Brtek J. 1995.** Checklist of the Anostraca. *Hydrobiologia* **298**: 315-353.
- Bengtson D.A., Léger P. & Sorgeloos P. 1991.** Use of *Artemia* as food source for aquaculture. In: Browne R.A., Sorgeloos P. & Trotman C.N.A. (eds), *Artemia Biology*: 255-285. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. U.S.A.
- Bowen S.T., Fogarino E.A., Hitchner K.N., Dana G.L., Chow V.H.S., Buoncristiani M.R. & Carl J.R. 1985.** Ecological isolation in *Artemia*: population differences in tolerance of anion concentrations. *J. Crust. Biol.* **5**: 106-129.
- Browne R.A. & Bowen S.T. 1991.** Taxonomy and population genetics of *Artemia*. In: Browne R.A., Sorgeloos P. & Trotman C.N.A. (eds), *Artemia Biology*: 221-235. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. U.S.A.
- Browne R.A. & Halanych K.M. 1989.** Competition between sexual and parthenogenetic *Artemia*: a re-evaluation (Branchiopoda, Anostraca). *Crustaceana* **57**: 57-71.
- Browne R.A., Davis L.E. & Sallee S.E. 1988.** Effects of temperature and relative fitness of sexual and asexual brine shrimp *Artemia*. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* **24**: 1-20.
- Browne R.A., Maotang L., Wanigasekera G., Simonek S., Brownlee D., Eiband G. & Cowan J. 1991.** Ecological, physiological and genetic divergence of sexual and asexual (diploid and polyploid) brine shrimp (*Artemia*). In: Menon J. (ed.), *Advances in Ecology, Vol. 1*: 41-52. Council of Research Integration, Trivandrum, India.
- Browne R.A., Sallee S.E., Grosch D.S., Segreti W.O. & Purser S.M. 1984.** Partitioning genetic and environmental components of reproduction and life-span in *Artemia*. *Ecology* **65**: 949-960.
- Camargo W.N., Bossier P. Sorgeloos P. & Sun Y. 2002.** Preliminary genetic data on some Caribbean *Artemia franciscana* strains based on RAPD's. *Hydrobiologia* **468**: 245-249.
- De Buen O. 1916.** Los crustáceos de las Baleares. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* **16**: 355-367.
- Gilchrist B.M. 1960.** Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* L. *Proc. Zool. Soc. Lond.* **134**: 221-235.
- Hontoria F. & Amat F. 1992a.** Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origins. Mediterranean populations. *J. Plankton Res.* **14**: 949-959.
- Hontoria F. & Amat F. 1992b.** Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origins. American populations. *J. Plankton Res.* **14**: 1461-1471.
- Léger P., Bengtson D.A., Simpson K.L. & Sorgeloos P. 1986.** The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **24**: 521-623.
- MacDonald G.H. & Browne R.A. 1987.** Inheritance and reproductive role of rare males in a parthenogenetic population of the brine shrimp, *Artemia parthenogenetica*. *Genetica* **75**: 47-53.
- MacDonald G.H. 1980.** The use of *Artemia* cysts as food by the flamingo (*Phoenicopterus ruber roseus*) and the shelduck (*Tadorna tadorna*). In: Persoone G., Sorgeloos P., Roels O. & Jaspers E. (eds), *The Brine Shrimp Artemia. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture*: 97-104. Universa Press, Wetteren, Belgium.
- Margalef R. 1951.** Materiales para la hidrobiología de la isla de Ibiza. *P. Inst. Biol. Apl.* **8**: 5-70.
- Margalef R. 1953a.** *Los Crustáceos de las Aguas Continentales Ibéricas*. Biología de las aguas continentales, X. Ministerio de Agricultura, Inst. Forest. Inv. Exp. Madrid. 243 pp.
- Margalef R. 1953b.** Materiales para la hidrobiología de la isla de Mallorca. *P. Inst. Biol. Apl.* **15**: 5-111.
- Margalef R. 1974.** *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona.

- Mayer R.J. 2002.** Morphology and biometry of three populations of *Artemia* (Branchiopoda: Anostraca) from the Dominican Republic and Puerto Rico. *Hydrobiologia* **486**: 29-38.
- Mura G., Del Caldo L. & Fanfani A. 1989a.** Sibling species of *Artemia*: a light and electron microscopic survey of the morphology of the frontal knobs. Part I. *J. Crust. Biol.* **9**: 414-419.
- Mura G., Fanfani A. & Del Caldo L. 1989b.** Sibling species of *Artemia*: a light and electron microscopic survey of the morphology of the frontal knobs. Part II. *J. Crust. Biol.* **9**: 420-424.
- Nei M. 1972.** Genetic distance between populations. *American Naturalist* **106**: 283-292.
- Perez M.L., Valverde J.R., Batuecas B., Amat F., Marco R. & Garrese R. 1994.** Speciation in the *Artemia* genus: Mitochondrial DNA analysis of bisexual and parthenogenetic brine shrimp. *Journal of Molecular Evolution* **38**: 156-168.
- Piccinelli M. & Prosdocimi T. 1968.** Descrizione tassonomica delle due specie *Artemia salina* L. e *Artemia persimilis* n. sp. *Rc. Ist. lomb. Sci. Lett. B* **102**: 170-179.
- Pilla E.J.S. & Beardmore J.A. 1994.** Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of the brine shrimp (*Artemia*). *Heredity* **72**: 47-56.
- Pretus J.L. 1990.** A commented check-list of the Balearic Branchiopoda (Crustacea). *Limnetica* **6**: 157-164.
- Pretus J.L. 1991.** *Estudio Sistemático, Biogeográfico y Ecológico de los Crustáceos Epigeos e Hipogeos de las Baleares*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. 513 pp.
- Sun Y., Zhong Y.-C., Song W.-Q., Zhang R.-S. & Chen R.-Y. 1999.** Detection of genetic relationships among four *Artemia* species using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD). *International Journal of Salt Lake Research* **8**: 139-147.
- Thiéry A. & Puente L. 2002.** Crustacean assemblage and environmental characteristics of a man-made solar saltwork in southern France, with emphasis on anostracan (Branchiopoda) population dynamics. *Hydrobiologia* **486**: 191-200.
- Thiéry A. & Robert F. 1992.** Bisexual populations of the brine shrimp *Artemia* in Sète-Villeroy and Villeneuve saltworks (Languedoc, France). *Int. J. Salt Lake Res.* **1**: 47-63.
- Torrentera L. & Dodson S. 1995.** Morphological diversity of populations of *Artemia* (Branchiopoda) in Yucatan. *J. Crust. Biol.* **15**: 86-102.
- Triantaphyllidis G.V., Abatzopoulos T.J. & Sorgeloos P. 1998.** Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of Biogeography* **25**: 213-226.
- Triantaphyllidis G.V., Criel G.R.J., Abatzopoulos T.J. & Sorgeloos P. 1997b.** International study of *Artemia*. LIII. Morphological study of *Artemia* with emphasis to Old World strains. I. Bisexual populations. *Hydrobiologia* **357**: 139-153.
- Triantaphyllidis G.V., Criel G.R.J., Abatzopoulos T.J. & Sorgeloos P. 1997c.** International study of *Artemia*. LIV. Morphological study of *Artemia* with emphasis to Old World strains. II. Parthenogenetic populations. *Hydrobiologia* **357**: 155-163.
- Triantaphyllidis G.V., Criel G.R.J., Abatzopoulos T.J., Thomas K.M., Peleman J., Beardmore J.A. & Sorgeloos P. 1997a.** International study of *Artemia*. LVII. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African *Artemia* populations. *Marine Biology* **129**: 477-487.
- Triantaphyllidis G.V., Pilla E., Thomas K.M., Abatzopoulos T.J., Beardmore J.A., Sorgeloos P. 1994.** International study on *Artemia*. LII. Incubation of *Artemia* cyst samples at high temperature reveals mixed nature with *Artemia franciscana* cysts. *J. exp. mar. biol. Ecol.* **183**: 273.
- Triantaphyllidis G.V., Pouloupoulou K., Abatzopoulos T.J., Pinto Perez C.A. & Sorgeloos P. 1995.** International study on *Artemia*. XLIX. Salinity effects on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and life span characteristics of a bisexual and a parthenogenetic population of *Artemia*. *Hydrobiologia* **302**: 215-227.
- Truong N. 1995.** *Contribution to the speciation of the genus Artemia with special emphasis to Eastern Old World populations*. M.Sc. dissertation, 120 pp. University of Ghent, Belgium.
- Vanhaecke P., Tackaert W. & Sorgeloos P. 1987.** *The Biogeography of Artemia: an updated review*. In: Sorgeloos P., Bengtson D.A., Decler W. & Jaspers E. (eds), *Artemia Research and its Applications, Vol. 1. Morphology, Genetics, Strain Characterization, Toxicology*: 129-155. Universa Press, Wetteren, Belgium.
- Xin N. Sun J., Zhang B., Triantaphyllidis G.V., Van Stappen & Sorgeloos P. 1994.** International study on *Artemia*. LI. New survey of *Artemia* resources in the People's Republic of China. *Int. J. Salt Lake Res.* **3**: 105-112.