

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

La distribuzione in Mediterraneo degli invasori lessepsiani: un modello per i Molluschi bentonici

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/24d7m40q>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 22(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Chemello, Renato
Oliverio, Marco

Publication Date

2001

DOI

10.21426/B6110032

Peer reviewed

La distribuzione in Mediterraneo degli invasori lessepsiani: un modello per i Molluschi bentonici

RENATO CHEMELLO*, M. OLIVERIO**

**Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 I- 90123 Palermo (Italia)*

***Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma,
Viale dell'Università, 32 00185 Roma (Italia)*

Key-words: lessepsian invasion, molluscs, larval ecology, Red Sea, Mediterranean

SUMMARY

Gastropod molluscs are the bulk of Lessepsian invasion including 64 species, according to the recent CIESM Atlas of Exotic Species, plus at least other 17 species not included in that list. Larval ecology of 66 species, found both in Mediterranean and Red Sea has been inferred basing on larval shell morphology. A dominance of non-planktotrophic development has been scored, whilst the fewer planktotrophic species originate from 'variable' environments, with larvae preadapted to cross the salinity barriers. A recently proposed "island-jumping" model of invasion, fits both the data-set on larval ecology and the ecological requirements of the migrants and their dynamical distribution.

INTRODUZIONE

Il termine "migrazione lessepsiana" (Por, 1971) viene utilizzato per descrivere il movimento di organismi marini che, attraverso il Canale di Suez, passano dal Mar Rosso al Mediterraneo sia come adulti che come larve, autonomamente o per foresia naturale. La dinamica della distribuzione nella Provincia Lessepsiana (Por, 1990; Fig. 1) di organismi provenienti dal Mar Rosso è stata descritta più come un'invasione che come una colonizzazione o, ancora meno precisamente, come una ricolonizzazione (Giaccone e Di Martino, 1995), considerando anche che l'invasione è un processo lento rispetto ai fenomeni prima descritti che non presuppone un ritorno di individui alla popolazione di origine (Zibrowius, 1991).

Le invasioni lessepsiane sono classicamente riconducibili a due eventi storici principali (Por, 1989): l'apertura del canale di Suez (1869) e la costruzione della diga di Aswan (1964). Entrambi questi fattori rappresentano, secondo la teoria di Fox e Fox (1986), un "disturbo climatico", dato che hanno alterato la struttura



Fig. 1 - La provincia Lessepsiana del Mediterraneo (secondo Por, 1978, modificato). La zona I è quella con il numero minore di invasori, la IV con il massimo. La zona IV è anche presente in quella parte del Mar Rosso che fornisce le *staging areas*

mesologica del Mediterraneo orientale combinando i loro effetti, altrimenti difficili da distinguere (Bianchi e Morri, 2000). Dall'apertura del Canale di Suez, inoltre, la salinità dei Laghi Amari è andata diminuendo in maniera consistente, anno dopo anno (tra il 70‰ del 1870 ed il 45‰ del 1980), divenendo molto simile a quella del Mar Rosso (Kimor, 1990). In anni recenti, infine, gli Egiziani hanno dragato il Canale, aumentandone la profondità da 8 a 12 m e favorendo ulteriormente gli scambi idrici (in un certo senso, l'acqua del Mar Rosso *scivola* verso il Mediterraneo). Questa serie di fattori ha contribuito ad incrementare il passaggio di specie da un bacino all'altro, con una progressione notevole per taxa capaci di muoversi attivamente come i pesci (Golani, 1998).

L'invasione lessepsiana non è, però, mantenuta solamente da organismi capaci di ampi spostamenti durante la fase adulta della loro vita. I Molluschi, che si disperdono soprattutto nello stadio larvale, sono il gruppo più numeroso di migranti, con 99 specie attualmente inserite nell'elenco più aggiornato (CIESM, 2000). Di queste 64 sono Gasteropodi (Prosobranchia, Heterobranchia, Opisthobranchia e Divasibranchia), ai quali vanno aggiunte almeno 17 specie non comprese nell'atlante CIESM.

I Gasteropodi conchigliati hanno anche il vantaggio di essere efficaci descrittori delle implicazioni biologiche delle invasioni lessepsiane grazie all'alto contenuto di informazione della conchiglia, sia in quella larvale che nella teloconca.

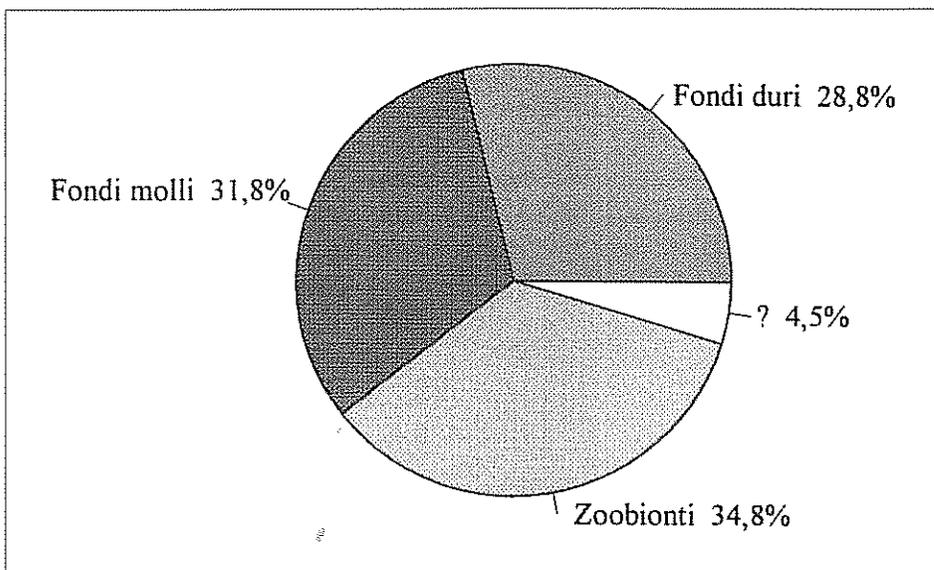


Fig. 2 - Substrato di origine delle diverse specie di Molluschi lessepsiani esaminate nell'articolo

L'IDROLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

L'importanza dell'idrologia di un sito per la diffusione della larve di organismi marini è stata da più parti discussa ed accertata (Underwood e Fairweather, 1989; Le Fèvre e Bourget, 1992). L'area prevalentemente interessata dalle invasioni lessepsiane è rappresentata dal bacino di Levante del Mediterraneo (Por, 1990) le cui caratteristiche idrologiche, alle diverse scale, sono estremamente peculiari: in superficie la corrente a *jet* del Medio Mediterraneo si separa, all'altezza di Cipro, in due rami: il primo volge verso nord e dà origine alle correnti della Cilicia e dell'Asia Minore che scorrono lungo le coste del Libano e della Siria e lungo la parte meridionale della Turchia, penetrando nel Mar Egeo sud-orientale e nel Mare di Creta attraverso gli stretti orientali dell'arco rodo-cretaico; il secondo ramo si dirige verso est e sud, dando origine ad un complesso insieme di centri anticiclonici (giri di Mersa Mathru e Shiqmona). Le acque della corrente dell'Asia Minore sono caratterizzate da elevata salinità ($\sim 39\text{‰}$), alta temperatura relativa, bassa densità relativa e bassa concentrazione di nutrienti (Robinson et al., 1992) e sono ipoteticamente favorevoli alla distribuzione delle larve nel Mediterraneo. Queste, però, si trovano a contrastare con un sistema di fronti freddi provenienti dall'Egeo, che scorrono tra Rodi e la costa turca ed attorno a Creta durante alcuni mesi all'anno (Malanotte-Rizzoli e Hecht, 1988). I giri di Mersa Mathru e di Shiqmona sono degli *eddies* semipermanenti con movimento anticiclonico che agiscono, probabilmente, come trappole ad imbuto per le larve. Le acque ad alta

salinità ed alta temperatura, scendendo in profondità, vanno a formare in questa zona la controcorrente intermedia levantina (Robinson et al., 1992).

Un ultimo aspetto rende difficile la diffusione delle larve verso occidente ed è dovuto ad un ampio giro ciclonico multicentrico chiamato "giro di Rodi" che dalla parte orientale e sud-orientale di Rodi si allunga spesso verso la parte meridionale di Creta (Malanotte-Rizzoli e Hecht, 1988). Questo giro ciclonico provoca un *upwelling* di acque relativamente più fredde, meno saline e meno dense provenienti dagli strati più profondi del Mediterraneo orientale.

Tutte le invasioni lessepsiane di organismi che si disperdono durante gli stadi larvali seguono, quindi, un percorso antiorario unidirezionale ristretto prevalentemente al bacino di Levante, a causa delle numerose barriere termoaline, apparentemente efficaci contro ogni movimento verso occidente.

MATERIALI E METODI

La lista di gasteropodi lessepsiani utilizzati è basata su dati bibliografici (nel caso in cui siano note la biologia e l'ecologia delle specie considerate) e su esemplari raccolti dagli autori. La maggior parte del materiale proviene dalle coste Turche ed è stato raccolto durante la spedizione AKDENIZ'92 (Oliverio *et al.*, 1993); esemplari e dati (ecologia, distribuzione, ecc.) di specie del Mar Rosso sono stati ottenuti sia da indagini bibliografiche che da raccolte effettuate durante due spedizioni nel Mar Rosso sudanese (FEL'93) ed egiziano (REDSSED5). La lista è stata aggiornata a dicembre 2000.

Come per la maggioranza degli invertebrati bentonici, anche i gasteropodi adottano strategie di sviluppo embrionale/larvale che possono ricadere in due fondamentali categorie:

[P] sviluppo planctotrofico, con larve che si cibano attivamente del plancton e spendono un tempo relativamente lungo nello stadio planctonico;

[NP] sviluppo non-planctotrofico, nella maggior parte dei casi lecitotrofico (ma in questa categoria va incluso anche lo sviluppo diretto, le strategie di incubazione, ecc.): le larve, quando presenti (lecitotrofiche), hanno a loro disposizione quantità di riserve alimentari più o meno grandi, raggiungono la metamorfosi senza nutrirsi del plancton e di solito spendono un tempo molto breve (o nullo) nella fase planctonica.

Nei gasteropodi le caratteristiche morfologiche della conchiglia embrionale/larvale (protoconca) permettono di desumere di solito facilmente il modo di sviluppo dell'individuo. La modalità di sviluppo larvale è stata desunta utilizzando fotografie al SEM (Scanning Electron Microscope) su esemplari giovanili con la conchiglia embrionale/larvale intatta. Gli esemplari giovanili sono stati preferiti quando disponibili grazie alla migliore conservazione della protoconca rispetto agli adulti. Le conchiglie sono stati pulite mediante immersione in H₂O₂ oppure, solo

quando strettamente necessario, utilizzando un ultrasonicatore. Dopo la metallizzazione con Au/Pd, le conchiglie sono state osservate e fotografate con uno Stereoscan 200 (Cambridge Instruments) e un Philips 501.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'entità della invasione lessepsiana è consistente: il 78% delle specie esotiche di Molluschi in Mediterraneo proviene dal Mar Rosso, con 99 specie su 126 immigranti (CIESM, 2000), nonostante la selezione subita nel Canale di Suez e nei Laghi Amari che bloccano più dell'80% delle specie potenzialmente invasive (Barash e Danin, 1982). La malacofauna mediterranea è stimata in circa 2000 specie (Sabelli et al., 1990-1992; Oliverio, 2000). I migranti lessepsiani rappresentano quindi circa il 5% della malacofauna mediterranea. Se, invece, si prende in considerazione solo la componente levantina della fauna mediterranea (circa 1200 specie: dati inediti), si raggiunge circa l'8%, in media con le altre componenti del benthos costiero (Bianchi e Morri, 2000).

I molluschi per i quali erano disponibili dei dati sono stati divisi secondo il substrato di provenienza, l'habitat ed il tipo di sviluppo larvale.

La maggior parte dei gasteropodi lessepsiani non zoobionti viene dai fondi molli (31,8%). Questo dato era già stato evidenziato (Safriel e Lipkin, 1974) e dipende soprattutto dall'assenza di fondi duri, per circa 160 km, lungo il Canale. Questo limita molto lo spostamento di specie dei fondi duri, che rappresentano il contingente meno numeroso con il 28,8% del totale (Fig. 2; Tab. 1), e che posseggono per lo più larva non-planctotrofica.

Tab. 1 - Lista dei Gastropoda lessepsiani esaminati. Habitat: ML: mediolitorale; IL: infralitorale; Lag: lagune retrorecifali - Epi: zoobionti. Sviluppo larvale (LD): P: planctotrofico; NP: non-planctotrofico; ?: sconosciuto. Substrato: H: duro (rocce e coralli), S: molle (sabbie e fanghi), Al: alghe, Cn: cnidari, Ec: echinodermi, Inv: invertebrati *sensu lato*, M: molluschi, Sp: spugne

	Habitat	LD	Substratum
1 <i>Halioris pustulata</i> Reeve, 1846	IL	NP	H
2 <i>Smaragdia</i> cf <i>souverbiana</i> (Montrouzier, 1863)	IL	P	S
3 <i>Nerita sanguinolenta</i> Menke, 1829	ML	P	H
4 <i>Diodora rueppelli</i> (Sowerby, 1834)	ML	NP	H
5 <i>Cellana radiata</i> (Born, 1778)	ML	NP	H
6 <i>Trochus erythraeus</i> Brocchi, 1823	IL	NP	H
7 <i>Umbonium vestiarium</i> (L., 1758)	IL	NP	S
8 <i>Minolia nedynna</i> Melville, 1897	IL	NP	S
9 <i>Rissoina bertholleti</i> Issel, 1869	IL	P	H
10 <i>Pirenella caillaudi</i> (Potiez e Michaud, 1838)	Lag	NP	S
11 <i>Dablkia</i> cf <i>leilae</i> Biggs, 1971	Lag	NP	S
12 <i>Finella pupoides</i> (A. Adams, 1860)	?	P	?
13 <i>Finella</i> cf <i>rissoiformis</i> (Issel, 1869)	?	P	?
14 <i>Clathrofenella reticulata</i> (A. Adams, 1860)	?	P	?
15 <i>Planaxis punctostriatus</i> Smith, 1872	ML	P	H
16 <i>Scaliola</i> cf <i>elata</i> Issel, 1869	Lag	P	S
17 <i>Diala varia</i> (A. Adams, 1861)	Lag	P	S
18 <i>Cerithium nodulosum</i> Bruguière, 1792	IL	NP	S

19	<i>Cerithium scabridum</i> Philippi, 1849	Lag	NP	S/H
20	<i>Cerithium nesioticum</i> Pilsbry e Vanatta, 1906	IL	NP	S
21	<i>Rhinoclavis kochii</i> (Philippi, 1848)	IL	NP	S
22	<i>Hipponix conicus</i> (Schumacher, 1817)	Epi	P	M
23	<i>Cypraea caurica</i> (L., 1758)	IL	P	H
24	<i>Cypraea erythraensis</i> Sowerby, 1837	IL	P	H
25	<i>Cypraea gracilis</i> Gaskoin, 1849	IL	P	H
26	<i>Cypraea turdus</i> Lamarck, 1810	IL	P	H
27	<i>Metaxia bacilla</i> (Issel, 1869)	Epi	P	Sp/H
28	<i>Cerithiopsis tenthrenois</i> (Melvill, 1896)	Epi	P	Sp/H
29	<i>Cerithiopsis pulvis</i> (Issel, 1869)	Epi	P	Sp/H
30	<i>Cycloscala hyalina</i> (Sowerby, 1844)	Epi	P	Cn
31	<i>Sticteulima</i> sp.	Epi	P	Ec
32	<i>Murex forskoehlii</i> Roeding, 1798	Lag	NP	S
33	<i>Aspella anceps</i> (Lamarck, 1822)	IL	?	H
34	<i>Rapana rapiformis</i> (von Born, 1772)	IL	?	H
35	<i>Anachis savignyi</i> (Moazzo, 1939)	ML	P	H
36	<i>Anachis troglodytes</i> Sowerby	IL	P	H
37	<i>Nassarius arcularius</i> (L., 1758)	Lag	?	S
38	<i>Fusinus marmoratus</i> (Philippi, 1836)	IL	NP	S
39	<i>Vasum turbinellus</i> (L., 1758)	IL	?	H
40	<i>Comus arenatus</i> Hwass in Bruguiere, 1792	ML	?	H/S
41	<i>Chrysallida fischeri</i> (Hornug e Mermod, 1925)	Epi	NP	Inv
42	<i>Chrysallida maiiae</i> (Hornug e Mermod, 1924)	Epi	NP	Inv
43	<i>Chrysallida pirinella</i> (Melvill, 1910)	Epi	NP	Inv
44	<i>Monarygma amoena</i> (A.Adams, 1851)	Epi	NP	Inv
45	<i>Monarygma fulva</i> (A.Adams, 1851)	Epi	NP	Inv
46	<i>Syrnola fasciata</i> Jickeli, 1882	Epi	NP	Inv
47	<i>Syrnola massauensis</i> Hornug e Mermod, 1924	Epi	NP	Inv
48	<i>Syloptygma beatrix</i> Melvill, 1911	Epi	NP	Inv
49	<i>Cingulina iseli</i> (Tryon, 1886)	Epi	NP	Inv
50	<i>Oscilla jocosu</i> Melvill, 1904	Epi	NP	Inv
51	<i>Turbonilla edgarii</i> (Melvill, 1896)	Epi	P	Inv
52	<i>Murchisonella</i> sp.	Epi	NP	Inv
53	<i>Acreon</i> sp.	IL	NP	S
54	<i>Acreocina micronata</i> (Philippii, 1849)	IL	NP	S
55	<i>Ventomnestia girardii</i> (Audouin, 1827)	IL	NP	S
56	<i>Retusa fourieri</i> (Audouin, 1826)	Lag	NP	S
57	<i>Bulla ampulla</i> L., 1758	ML	NP	S
58	<i>Notarchus indicus</i> Schweigger, 1820	IL	NP	Al
59	<i>Bursatella leachii</i> Blainville, 1817	Lag	NP	S
60	<i>Pleurobranchus forskali</i> Rueppel e Leuckart, 1828	IL	NP	S
61	<i>Berthellina citrina</i> (Rueppel e Leuckart, 1828)	ML	NP	H
62	<i>Plocamopherus ocellatus</i> Rueppel e Leuckart, 1828	Epi	NP	Sp/H
63	<i>Hypsodoris infucata</i> (Rueppel e Leuckart, 1828)	Epi	NP	Sp/H
64	<i>Glossodoris runcinata</i> (Berg, 1877)	Epi	NP	Sp/H
65	<i>Discodoris concinna</i> (Alder e Hancock, 1864)	Epi	NP	Sp/H
66	<i>Siphonaria kurracheensis</i> Reeve, 1856	ML	NP	H

Per quanto riguarda l'habitat di origine (Fig. 3), i gasteropodi lessepsiani sono prevalentemente specie di ambienti superficiali, provenienti dall'infralitorale (-1, -30m) per il 36,4%, dal mesolitorale (+1, -1 m) per il 13,6% e dagli ambienti di laguna retrorecifale per il 12,1%. Un contingente molto numeroso è zoobionte (33,3%), con specie ectoparassite di Poriferi, Echinodermi ed altri Molluschi (Oliverio, 1994).

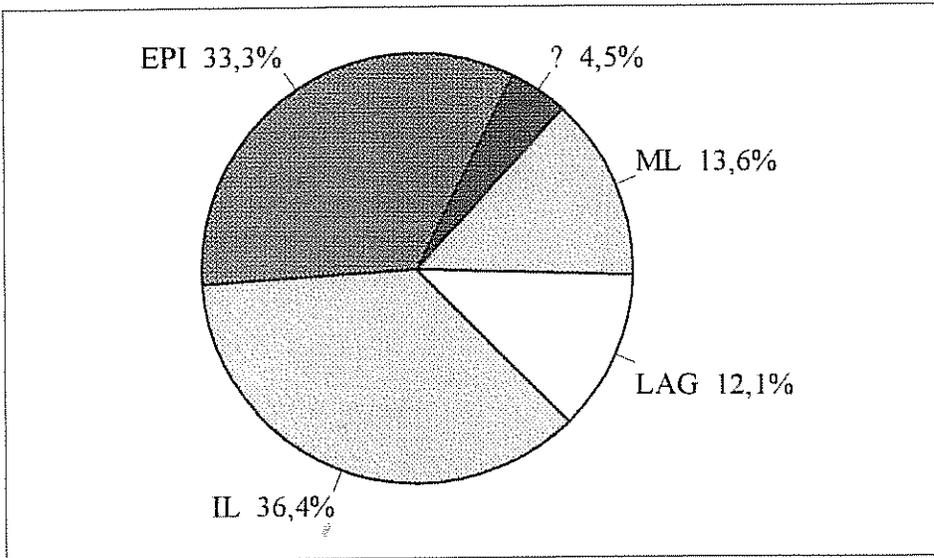


Fig. 3 - Habitat di provenienza delle diverse specie di Molluschi lessepsiani esaminate nell'articolo. ML: mediolitorale, IL: infralitorale, Lag: lagune retrorecifali, Epi: zoobionti

Il fatto inatteso è che vi è una netta dominanza di specie con sviluppo non-planctotrofico (59,1%), la maggior parte delle quali con uno stadio lecitotrofico, le cui larve possono essere trasportate solo per pochi chilometri durante la vita larvale (Fig. 4). Anche escludendo dalle analisi gli archeogasteropodi, tra i quali solo i neritimorfi presentano planctotrofia larvale, questo risultato mantiene le stesse proporzioni.

Le larve dei migranti planctotrofici (33,3%) provengono soprattutto da ambienti imprevedibili come le lagune e le aree intertidali e sono probabilmente preadattate a sopravvivere in ambienti ad alta salinità e ad alta temperatura (Safriel e Lipkin, 1974).

Poche specie, come *Bursatella leachii* Blainville e *Cerithium scabridum* Philippi, hanno raggiunto il Mediterraneo Centrale e Occidentale, probabilmente per antropocoria anche se non si possono escludere dei meccanismi di distribuzione mista (antropocoria e migrazione), come nel caso di *Brachidontes pharaonis* (FISCHER) (Gianguzza et al., 1998).

IL MODELLO ISLAND-JUMPING

Le specie lessepsiane di gasteropodi, a parte poche eccezioni dovute ad antropocoria, si sono introdotte in Mediterraneo secondo una progressione di tipo *step-by-step*, non continua e legata a specifiche condizioni edafiche. Il processo è stato ben documentato dalle numerose osservazioni dei malacologi

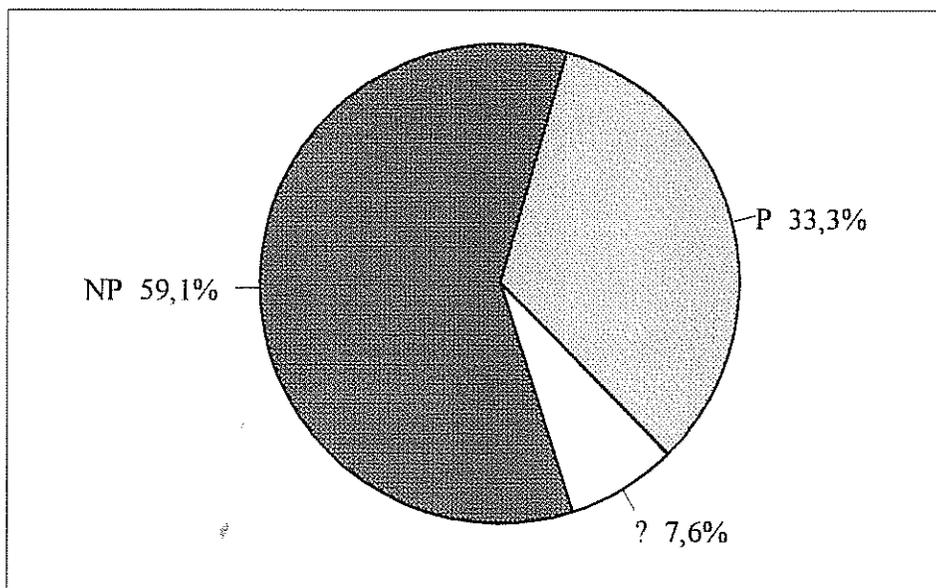


Fig. 4 - Modalità di sviluppo larvale delle diverse specie di Molluschi lessepsiani esaminate nell'articolo. P: planctotrofico, NP: non-planctotrofico, ?: sconosciuto

israeliani ed italiani che hanno una lunga tradizione nello studio del bacino di levante (tra i primi: Barash e Danin, 1972, 1977, 1982; Ghisotti, 1974).

Si può ipotizzare che queste specie abbiano bisogno di una "isola" (una porzione di ambiente marino, non necessariamente di grandi dimensioni, che possenga le caratteristiche edafiche e mesologiche ottimali per l'insediamento e lo sviluppo di una popolazione capace di riprodursi) per costituire una popolazione sufficientemente numerosa da permettere successivamente l'invasione di aree adiacenti. Le "isole" devono essere necessariamente poste lungo le traiettorie di corrente mentre la distanza tra (o, meglio, la disponibilità di) "isole" deve essere congruente con la durata media della vita larvale della specie. Le specie planctotrofiche colonizzeranno "isole" più distanti mentre le specie non-planctotrofiche formeranno popolazioni in "isole" più ravvicinate. È un tipo di dispersione larvale passiva mediata dalle distanze, dal tipo di substrato e dalla velocità del mezzo che ricalca, nei suoi aspetti generali, la teoria di MacArthur e Wilson (1967).

Le specie planctotrofiche si distribuiscono rapidamente nel Mediterraneo, percorrendo anche lunghe distanze nelle fasi iniziali di colonizzazione (Fig. 5) ma formando popolazioni composte da bassi numeri di individui. Le specie non-planctotrofiche, invece, hanno una distribuzione iniziale ridotta dalle loro minori capacità di spostamento e dalla necessità di trovare condizioni favorevoli al loro insediamento. Le loro popolazioni sono, invece, più numerose e capaci di fornire un maggior numero di larve migranti.

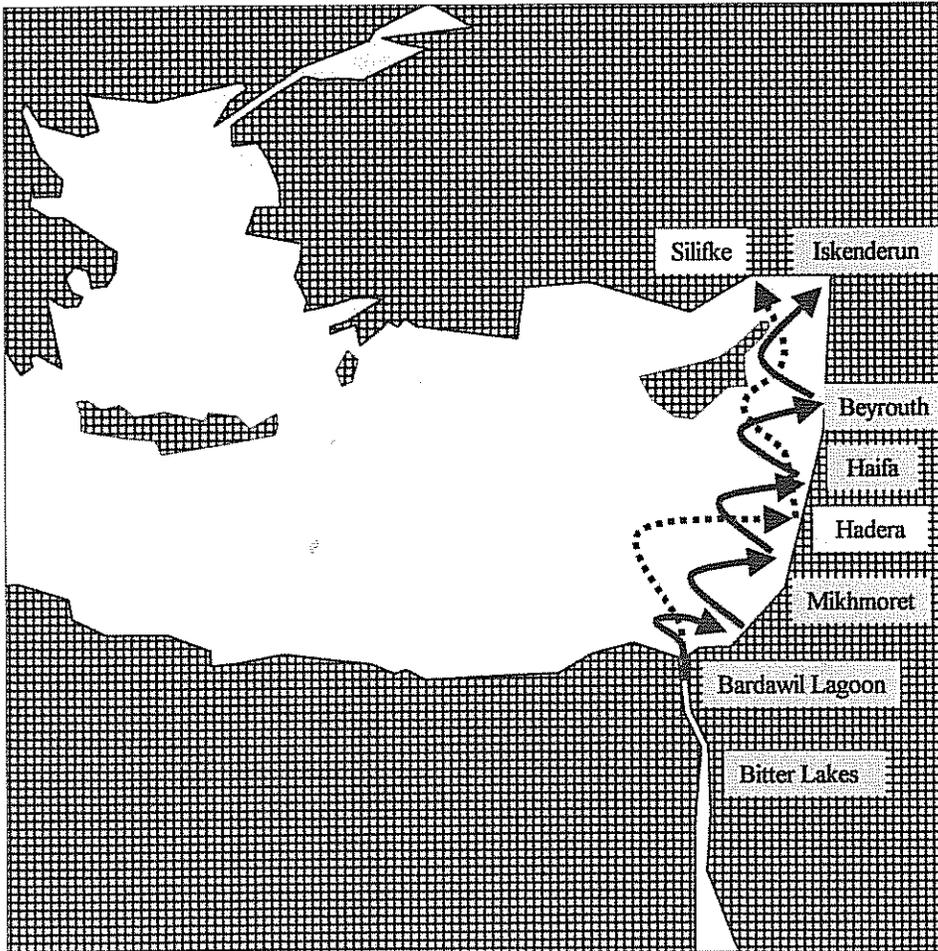


Fig. 5 - Il modello *island jumping*. La linea tratteggiata rappresenta l'ipotetico percorso di una specie planctotrofica (in questo caso, *Cypraea gracilis*); la linea continua rappresenta l'ipotetico percorso di una specie non-planctotrofica (in questo caso, *Murex forskoeblii*)

Il modello *island-jumping* (Chemello e Oliverio, 1995, 1996) è anche congruente con la *supply-side ecology* (Underwood e Fairweather, 1989), che prevede il rifornimento costante di propaguli da parte di popolazioni adiacenti, ed è stato descritto anche per i Molluschi gasteropodi dei *seamounts* dell'Atlantico orientale (Leal e Bouchet, 1991; Gofas, 1992).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'invasione di molluschi lessepsiani in Mediterraneo è fenomeno ancora dinamico, anche se meno documentato rispetto al passato che necessita, per

essere compreso appieno, di alcune osservazioni con notevoli ricadute biologiche.

1. È necessario, inizialmente, distinguere tra specie accidentalmente introdotte dall'uomo, come *Strombus persicus* Swainson e *Rapana venosa* (Valenciennes), e migranti realmente lessepsiani, come *Rapana rapiformis* Born. Questa semplice osservazione permette di comprendere la reale entità dell'invasione che può essere sovrastimata.
2. Si potrebbe ipotizzare, inoltre, che le invasioni lessepsiane siano in realtà superimposte ad introduzioni antecedenti, pre-lessepsiane (Por, 1989). Questo potrebbe essere il caso di *Pinctada radiata* (Leach). Questa ostrica è attualmente una migrante lungo il Canale di Suez, dove è spesso abbondante, ma era presente in Mediterraneo già prima dell'apertura del Canale, a causa probabilmente dell'introduzione accidentale da parte dell'uomo.
3. Gli stadi larvali sono particolarmente importanti nella invasione ma non sono necessariamente l'unico veicolo di introduzione. L'introduzione involontaria di una specie-ospite, considerato l'elevato numero di zoobionti, può essere un fattore difficilmente distinguibile dall'effettiva migrazione. Il preadattamento alle condizioni del Mediterraneo è un importante requisito per ogni tipo di larva.
4. Le specie introdotte accidentalmente dall'uomo normalmente si diffondono partendo da aree non necessariamente coincidenti con il bacino Levantino. La possibilità di colonizzare nuove aree è un'opportunità che viene sfruttata secondo le caratteristiche biologiche di ogni specie coinvolta nei due processi, invasione e introduzione. Come già suggerito (Oliverio, 1994), i modelli di compressione/espansione di nicchia (MacArthur e Wilson, 1967) potrebbero spiegare i diversi fenomeni se analizzati lungo serie temporali e spaziali opportune.
5. I migranti lessepsiani sono geneticamente differenti dalle specie indopacifiche introdotte. L'apporto continuo di larve, previsto dal modello *island jumping*, è la regola per i migranti. Un flusso genico unidirezionale e persistente è continuo tra le popolazioni di origine e quelle insediate in Mediterraneo. Le specie introdotte solitamente si diffondono a partire da pochi individui, manifestando spesso una ridotta variabilità genetica conseguente all'"effetto fondatore".

RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato finanziato con i fondi ex-60% (MIUR) di uno degli autori (R.C.). Un ringraziamento al dott. Marco Taviani, del C.N.R. di Bologna, che ha permesso la partecipazione degli autori a due spedizioni in Mar Rosso.

BIBLIOGRAFIA

- BARASH AL., DANIN Z. 1972 - The Indo-Pacific species of Mollusca in the Mediterranean and notes on a collection from Suez Canal. *Isr. J. Zool.*, 21: 301-374.
- BARASH AL., DANIN Z. 1977 - Additions to the knowledge of Indo-Pacific Mollusca in the Mediterranean. *Conchiglie*, Milano, 13 (5-6): 85-116.
- BARASH AL., DANIN Z. 1982 - Mediterranean Mollusca of Israel and Sinai: composition and distribution. *Isr. J. Zool.*, 31: 86-118.
- BIANCHI C.N., MORRI C. 2000 - Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Mar. Poll. Bull.*, 40 (5): 367-376.
- CHEMELLO R., OLIVERIO M. 1995 - A theoretical model for lessepsian migrations. 12th Int. Malac. Congr., Abstracts, Vigo (Spain), 1995, pp. 159-160.
- CHEMELLO R., OLIVERIO M. 1996 - Lessepsian migrations: a theoretical "island-jumping" model. *Biol. Mar. Medit.*, 3 (1): 444-446
- CIESM 2000 - Atlas of exoric Molluscs in the Mediterranean. <www.ciesm.org>.
- FOX M.D., FOX B.J. 1986 - The susceptibility of natural communities to invasion. In: R.H. Groves, J.J. Burdon (eds.). *Ecology of biological invasions: an Australian perspective*. Australian Academy of Sciences, pp. 57-66.
- GHISOTTI F. 1974 - Recente penetrazione in Mediterraneo di Molluschi marini di provenienza indopacifica. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.* Milano, 5: 7-22.
- GIACCONE G., DI MARTINO V. 1995 - Le caulerpe in Mediterraneo: un ritorno del vecchio bacino Tetide verso il dominio Indo-Pacifico. *Biol. Mar. Medit.*, 2 (2): 607-612.
- GIANGUZZA P., CHEMELLO R., RIGGIO S. 1998 - Segnalazione di *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870) (Bivalvia, Mytilidae) nella salina di Marsala e considerazioni sulla distribuzione della specie in Mediterraneo. *Boll. Malac.*, Roma, 33 (9-12): 169-172.
- GOFAS S. 1992 - Island-jumping Rissoids (Gastropoda, Prosobranchia): the case of the Lusitanian seamounts. In: F. Giusti, G. Manganelli (eds.), *Abstr. 11th Int. Malac. Congr.*, Siena 1992, pp. 302-303.
- GOLANI D. 1998 - Distribution of Lessepsian migrant fish in the Mediterranean. *Ital. J. Zool.*, 65 (suppl.): 95-99.
- KIMOR B. 1990 - Microplankton of the Red Sea, the Gulf of Suez and the Levantine Basin of the Mediterranean. *Bull. Inst. Ocean. Monaco*, No. spéc. 7: 29-38.
- LEAL J.H., BOUCHEF P. 1991 - Distribution patterns and dispersal of Prosobranch Gastropods along seamount chain in the Atlantic Ocean. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 71: 11-25.
- LE FEVRE J., BOURGET E. 1992 - Hydrodynamic and behaviour: transport processes in marine invertebrate larvae. *TRE.E.*, 7 (9): 288-289.
- MACARTHUR R.H., WILSON E.O. 1967 - *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, 203 pp.
- MALANOTTE-RIZZOLI P., HECHT A. 1988 - Large-scale properties of the Eastern Mediterranean: a review. *Oceanol. Acta*, 11 (4): 323-335.
- OLIVERIO M. 1994 - On the record of a living lessepsian pyramidellid from Turkey (Heterobranchia, Heterostropha). *Notiziario CISM*, Roma, 15: 79-82.
- OLIVERIO M. 2000 - Stato delle conoscenze sulla malacofauna marina italiana. *Boll. Malac.*, Roma, 36 (1-4): 43-48.
- OLIVERIO M., VILLA R., COLLI C., FARAGLIA E., RAMBELLI M.S. 1993 - Campagna "Akdeniz '92" in Turchia meridionale. *Notiziario SIM*, Palermo, 11 (1): 15-19.
- POR F.D. 1971 - One hundred years of Suez Canal - a century of Lessepsian migration: retrospect and viewpoint. *Syst. Zool.*, 20: 138-159.
- POR F.D. 1989 - The legacy of Tethys. An aquatic biogeography of the Levant. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, 214 pp.
- POR F.D. 1990 - Lessepsian migration. An appraisal and new data. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, No. spéc., 7: 1-10.
- ROBINSON A.R., MALANOTTE-RIZZOLI P., HECHT A., MICHELATO A., ROETHER W., THEOCHARIS A., UNLUATA U., PINARDI N. 1992 - General circulation of the Eastern Mediterranean. *Earth Science Reviews*, 32: 285-309.
- SABELLI B., GIANNUZZI-SAVELLI R., BEDULLI D. 1990-1992 - *Catologo annotato dei Molluschi marini del Mediterraneo*. Voll. 1-3. Libreria Naturalistica Bolognese, Bologna.
- SAFRIEL U., LIPKIN Y. 1974 - Patterns of colonization of the Eastern Mediterranean intertidal zone by Red Sea immigrants. 17th Int. Congr. Zoology, Monaco, pp. 61-63.
- UNDERWOOD A.J., FAIRWEATHER P.G. 1989 - Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *TRE.E.*, 4 (1): 16-20.
- ZIBROWIUS H. 1991 - Ongoing modification of the Mediterranean marine fauna and flora by the establishment of exotic species. *Mesogée*, 51: 83-107.