

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Parametri biogeografici della Biodiversita'. Struttura e rapporti del popolamento siculo a Scarabeidi degradatori (Coleoptera, Scarabaeoidea)

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/9qp9r9r5>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 30(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Agoglitta, Rossana
Zunino, Mario

Publication Date

2011

DOI

10.21426/B630110603

Peer reviewed

Parametri biogeografici della Biodiversità. Struttura e rapporti del popolamento siculo a Scarabeidi degradatori (Coleoptera, Scarabaeoidea)

ROSSANA AGOGLITTA, MARIO ZUNINO

*Dipartimento di Scienze della Terra, della Vita e dell'Ambiente (DiSteVa),
Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo" - Campus Scientifico "Enrico Mattei"
61029 Urbino (PU) (Italy); e-mail: rossana.agoglitta@uniurb.it*

Key words: biodiversity, I and II order chorotypes, Geotrupidae, Scarabaeidae, Sicily.

SUMMARY

In this paper, we studied the relationships between ecobiogeography and historical biogeography, based on Sicily's population of Scarab dung beetles (Geotrupidae and Scarabaeidae). We based the island's ecogeographic partition on its floristic districts and subdistricts (Brullo et al., 1995). We applied some techniques of biodiversity analysis to the study of I and II order chorotypes (Bellucci et al., 2007; Zunino, 2005, 2007). Species and groups found correspond to 14 chorotypes of I order and to 22 of II order, differently represented and distributed in the sample. The α , and γ diversities were studied with both hierarchical levels of chorology. The obtained results, using different indexes, confirm Sicily's landscape heterogeneity. β diversity does not refute the proposed phytogeographic island's partition in districts. The analysis of the districts' similitude, on the other hand, seems to refute the hierarchically superior partition in subsectors. In fact, all the calculated indexes agree on grouping districts that in the phytogeographic classification belong to different subsectors. Therefore, with the comparative analysis of the I order chorotypes, the synchronic relations of the studied Sicilian faunistic component are discussed. Finally, through the analysis of the II order chorotypes, considered as spaces that are occupied by panbiogeographic tracks, the relationships of the Sicilian Scarab beetles are examined with a historical biogeography standpoint, suggesting hypotheses of primary biogeographic homologies. From the same analysis, it becomes satisfactorily clear that Sicily is included in more than one panbiogeographic node, and that this is evidence of its involvement in allotopic and allochronic biogeographic histories.

INTRODUZIONE

Nel presente lavoro si prendono in considerazione i rapporti tra ecobiogeografia e biogeografia storica attraverso lo studio del popolamento siciliano a Coleotteri Scarabaeoidea degradatori (Geotrupidae e Scarabaeidae). L'area indagata è limitata all'isola madre; come ipotesi di lavoro questa è stata suddivisa in otto distretti, raggruppati in quattro sottosettori, che corrispondono con po-

che modificazioni alla suddivisione floristica di Brullo et al. (1995) (Fig. 1). Il distretto Camarinense è risultato indistinguibile da quello Ibleo, con il quale è stato quindi accorpato. Le località indagate, desunte da un precedente lavoro (Agoglitta et al., 2006), sono risultate 211. Dallo stesso lavoro sono stati ricavati i corotipi, che corrispondono a quelli stabiliti da Vigna Taglianti et al. (1993). L'area dei singoli distretti, necessaria per il calcolo della diversità a livello di paesaggio (γ) è riportata nella Tab. I. L'analisi del popolamento è stata condotta in termini di biodiversità secondo un approccio corologico invece che tassonomico. In altre parole, sono stati utilizzati in luogo delle specie i corotipi rappresentati in ciascuna unità geografica. Sono stati considerati sia i corotipi di I ordine che quelli di II ordine rappresentati in ciascuna unità spaziale (Bellucci et al., 2007; Zunino, 2005, 2007).

La misura più semplice della biodiversità di una data entità spaziale è quella che corrisponde alla ricchezza specifica. Nel nostro caso, avendo adottato un approccio corologico, abbiamo considerato la "ricchezza corologica" di ciascuna unità spaziale, in termini puramente qualitativi. I metodi di stima utilizzati sono, pertanto, metodi non parametrici, che utilizzano i soli dati di presenza-assenza. Il popolamento siculo è stato analizzato in base ai corotipi rilevati. Non è inutile ricordare che, in termini generali, un corotipo è un modello di

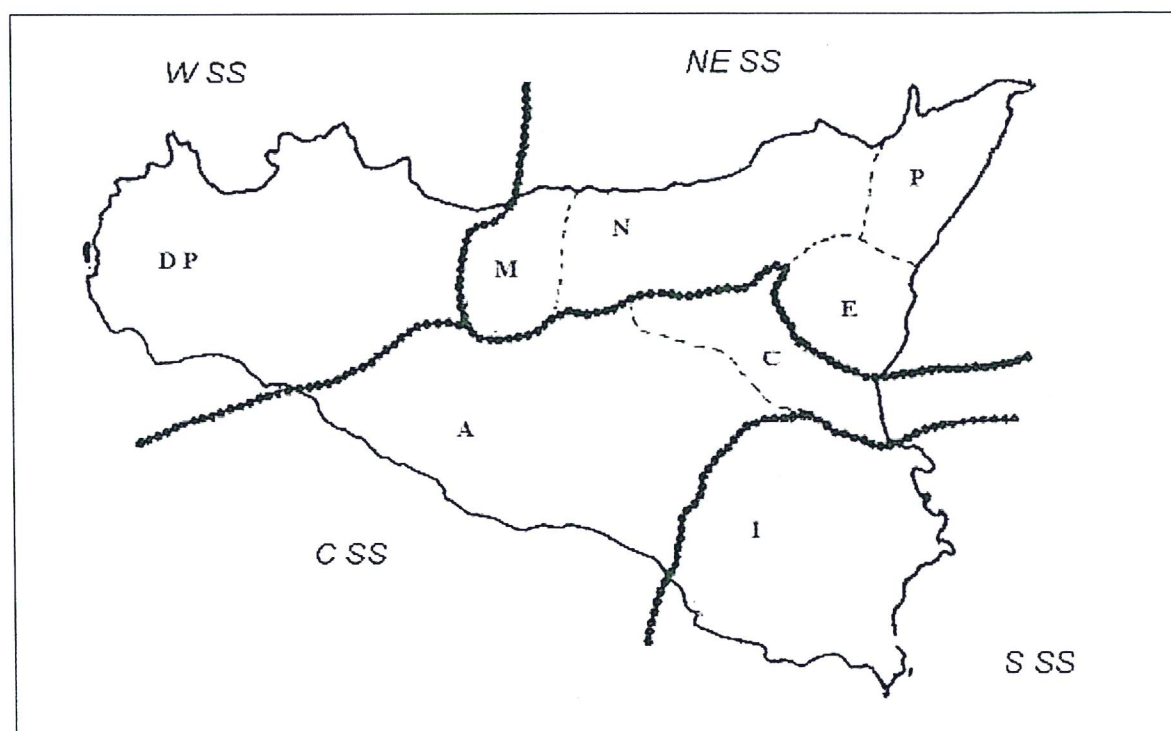


Fig. 1 - Suddivisione della Sicilia in sottosettori (.....) e distretti (- - -). Legenda: DP = Drepano-Panormitano; M = Madonita; N = Nebrodense; P = Peloritano; E = Etneso; C = Catanese; I = Ibleo; A = Agrigentino. WSS = Sottosettore Occidentale; NESS = Sottosettore Nordorientale; SSS = Sottosettore Meridionale; CSS = Sottosettore Centrale (modificato da Brullo et al., 1995).

Tab. I - Numero di località e superficie in Km² dei singoli distretti.

Distretto	Località	Superficie (km ²)
Distretto Drepano Panormitano	80	7235,79
Distretto Madonita	27	1305,35
Distretto Nebrodense	19	1660,52
Distretto Peloritano	14	2023,62
Distretto Etneo	14	1273,60
Distretto Catanese	14	1963,05
Distretto Ibleo	23	4313,29
Distretto Agrigentino	25	5585,92
Totale	211	25361,14

distribuzione che risulta dall'accumulo di areali che, in una dimensione sincronica (*nemofronti* attuali: cfr. Zunino, 1999, 2000), occupano lo stesso spazio geografico. Da un punto di vista metodologico, l'analisi corologica di una determinata area ha senso se, e solamente se, si utilizzano corotipi basati su taxa di livello gerarchico omogeneo (Zunino, 2005). Vale sottolineare inoltre che le specie le cui distribuzioni rientrano in uno stesso corotipo non hanno necessariamente relazioni filogenetiche e spaziali omogenee. Lo spettro corologico di un popolamento, ricavato dai corotipi delle specie che lo formano (corotipo di I ordine: cfr. Zunino, 2005; Bellucci et al., 2007) permette di inferire con buona approssimazione, qualitativa e quantitativa, le relazioni sincroniche, di tipo ecogeografico, tra i siti, e più in generale, tra le entità spaziali indagate. L'analisi dei corotipi di II ordine invece, basata sulle distribuzioni dei gruppi sopraspecifici (ovviamente, monofiletici) coinvolti, permette un primo approccio biogeografico storico: infatti, tenendo conto di quanto sostenuto da Rapoport (1975) sulla deformazione degli areali rispetto al modello circolare e sul significato delle linee di deformazioni principali, nonché di quanto evidenziato da Passerin d'Entrèves e Zunino (1992) e discusso più recentemente (Zunino, 2007; Bellucci et al., 2007), è del tutto legittimo ipotizzare che dall'organizzazione spaziale del corotipo di un gruppo sopraspecifico sia possibile inferire, almeno in prima approssimazione, lo sviluppo del track (sensu Croizat, 1958, 1964; cfr. Zunino e Zullini, 2004; Morrone, 2006, 2008) corrispondente. Infatti, sulla base di quanto sinora esposto è lecito sostenere che un corotipo di II ordine, come inteso in questa sede, contiene spazialmente tutti i tracks degli elementi tassonomici che contribuiscono a definirlo. Lo studio di un corotipo di II ordine quindi permette di ipotizzare omologie biogeografiche primarie fra diverse aree coinvolte, ossia, di formulare "congetture su una

storia biogeografica comune” (Morrone, 2004; cfr. anche Morrone, 2006, 2008), suscettibili di essere saggiate da una successiva analisi biogeografica cladistica.

METODI

Diversità α

Per ciascun distretto è stata calcolata la diversità α . La percentuale di completezza degli inventari è stata calcolata sulla base della ricchezza osservata e di quella totale attesa per ciascun distretto, utilizzando tre metodi di stima: l'indice di Chao per la stima della ricchezza specifica, l'indice Jackknife di I e II ordine. L'indice di Chao è considerato (Colwell e Coddington, 1994; Moreno, 2006) quello che fornisce la stima meno “viziata” per campioni piccoli; Jackknife di I ordine e di II ordine si basano rispettivamente sul numero di oggetti rappresentato in un campione e in due campioni; Jackknife di I ordine è consigliato per ridurre l'errore dei valori stimati, ossia per ridurre la sottostima del numero reale di specie in una comunità. Secondo Palmer (1990 in Moreno, 2006) tale indice fornisce la stima più precisa e meno viziata tra otto metodi di estrapolazione messi a confronto.

Diversità β

Per calcolare la diversità β sono stati utilizzati anzitutto indici di similarità/differenza (coefficiente di Jaccard e coefficiente di Sørensen). I valori di entrambi i coefficienti variano da 0 a 1 e possono essere moltiplicati per 100 per

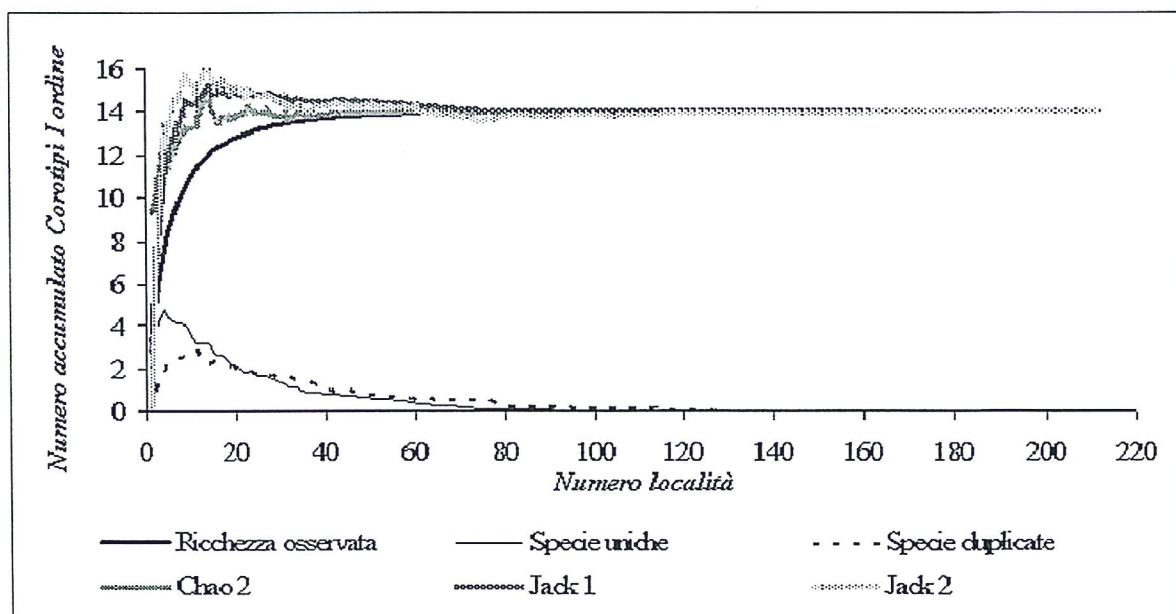


Fig. 2 - Curva di accumulazione totale dei corotipi di I ordine per la Sicilia.

esprimerli in termini percentuali. La similitudine tra i distretti è stata rappresentata graficamente per mezzo di dendrogrammi basati sull'indice di Sørensen, utilizzando il programma Primer v. 5 (Figg. 3, 5). Inoltre, abbiamo utilizzato altri indici fra quelli proposti specificamente come misure della diversità (indici di sostituzione), quello di Whittaker e quello di Cody. I primi sono stati calcolati con il programma Estimates 7.50 (Colwell, 2005), i secondi manualmente.

Diversità γ

La diversità γ è stata calcolata utilizzando la formula di Lande (1996) basata sulla ricchezza specifica, nel nostro caso, corologica. La formula considera che due componenti additive e positive concorrono alla misura della diversità γ : la diversità all'interno delle comunità (α), e la diversità tra comunità (β). Quest'ultima viene calcolata prendendo in considerazione il numero totale di entità registrate nell'insieme di comunità, il numero di entità registrate nella comunità j e il peso proporzionale della comunità j , basato sulla sua area.

RISULTATI

È stato rilevato un totale di 14 corotipi di I ordine, riportati nella Tab. II, e 22 corotipi di II ordine (Tab. IV). Si è condotta l'analisi della diversità corologica α , β e γ , basata su entrambi i livelli corologici.

1) Diversità corologica di I ordine

a. diversità α

Dei tre metodi di stima utilizzati (Tab. III) il metodo di Chao 2 è quello che dà valori del numero totale di entità più simili ai valori osservati in ogni distretto e quindi con questo metodo gli inventari mostrano i più alti valori di completezza.

Considerando il numero di località di raccolta (211) come una misura dell'intensità del campionamento per saggiare la validità dei dati inerenti questo tipo di diversità abbiamo elaborato la seguente curva di accumulazione (Fig. 2):

Come si può notare la curva di accumulazione si avvicina ad un asintoto, il numero di entità uniche e duplicate (rare, che geograficamente stanno solo in una o in due località) diminuisce. Questa è una caratteristica degli inventari che hanno una buona percentuale di completezza.

b. diversità β

Confrontando coppie di distretti (otto distretti) in termini di corotipi di I ordine presenti abbiamo un totale di 28 possibili coppie. Con il coefficiente di

Tab. II - Corotipi di I ordine rappresentati nei distretti.

Corotipo I ordine	Distretto Drepano Panormitano	Distretto Ibleo	Distretto Madonita	Distretto Peloritano	Distretto Agrigentino	Distretto Catanese	Distretto Nebrodense	Distretto Etneo
<i>W Mediterraneo</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>W Europeo</i>	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Turanico - Mediterraneo</i>	1	1	0	1	1	1	0	0
<i>Turanico - Europeo - Mediterraneo</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Turanico - Europeo</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sud Europeo</i>	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Siculo - Magrebino</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Sahariano - Sindico</i>	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Mediterraneo</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Europeo - Mediterraneo</i>	1	1	0	1	1	0	0	0
<i>Europeo</i>	1	1	0	1	0	0	0	0
<i>C Asiatico - Mediterraneo</i>	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>C Asiatico - Europeo - Mediterraneo</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>C Asiatico - Europeo</i>	1	1	1	1	1	1	1	0

Tab. III - Stime della ricchezza specifica e della percentuale di completezza della ricchezza osservata, con tre diversi metodi.

Distretti	Località	Ricchezza Osservata	Ricchezza stimata e percentuale di completezza		
			Chao 2	Jack 1 ordine	Jack 2 ordine
Distretto drepano panormitano	80	14	14 (100%)	14 (100%)	14 (100%)
Distretto madonita	27	11	11 (100%)	11.96 (92%)	11.11 (99%)
Distretto agrigentino	25	13	13.19 (99%)	14.92 (87%)	13.23 (98%)
Distretto ibleo	23	13	13.48 (96%)	14.91 (87%)	15.87 (82%)
Distretto nebrodese	19	10	10.32 (97%)	11.89 (84%)	11.99 (83%)
Distretto peloritano	14	13	13.7 (95%)	15.79 (82%)	15.98 (81%)
Distretto catanese	14	12	12 (100%)	12.93 (93%)	10.62 (113%)
Distretto etneo	9	4	4.44 (90%)	5.78 (69%)	6.65 (60%)

Jaccard la media di similitudine tra coppie di distretti è di 0,675, mentre con il coefficiente di Sørensen la similitudine media è di 0,779. Con entrambi i coefficienti la massima somiglianza è stata rilevata tra il distretto Drepano Panormitano e il distretto Ibleo (= 0,929 di somiglianza con il coefficiente di Jaccard e 0,963 con il coefficiente di Sørensen). All'estremo opposto, la similitudine minima è risultata quella tra il Distretto Ibleo e il Distretto Etneo (0,214 di similitudine con il coefficiente di Jaccard e 0,353 con il coefficiente di Sørensen).

Tab. IV - Corotipi di II ordine rappresentati nei distretti.

Corotipo II ordine	Distretto Drepano Panormitano	Distretto Madonita	Distretto Nebrodense	Distretto Peloritano	Distretto Etneo	Distretto Catanese	Distretto Ibleo	Distretto Agrigentino
Afrotropicale - Centroasiatico - Europeo - Mediterraneo	1	1	1	0	0	1	1	1
Afrotropicale - Mediterraneo - Turanico	1	1	1	1	1	1	1	1
Afrotropicale - Paleartico	1	1	1	0	1	1	1	1
Asiatico - Europeo - Mediterraneo	1	1	1	1	1	1	1	1
Centroasiatico - Europeo - Mediterraneo	1	0	1	0	0	1	1	1
Centroasiatico - Mediterraneo	1	1	1	1	0	1	1	1
Europeo - Anatolico	0	1	1	1	0	0	0	0
Europeo - Est Nearctic	1	0	0	1	0	0	0	0
Europeo - N Mediterraneo - Est Orientale (+ Zona Trans. Messicana)	1	0	0	0	0	0	1	1
Eurosibirico - Centroasiatico - Mediterraneo	1	1	1	1	0	1	1	1
Indiano - Mediterraneo - Asiatico	1	0	0	0	0	1	1	1
Indoafricano - Centroasiatico - Mediterraneo	1	1	1	1	0	1	1	1
Indoafricano - Centroasiatico - Mediterraneo - Europeo	1	0	1	1	0	0	0	1
Indoafricano - W Paleartico (+ est Cuba)	1	1	0	1	0	1	1	1
Mediterraneo	1	1	1	0	0	1	1	1
Mediterraneo - Europeo	1	1	0	1	0	0	0	0
Oloartico	1	1	1	1	1	1	0	1
Orientale - Centroasiatico - Europeo - Mediterraneo	1	1	1	1	0	1	1	1
Orientale - Paleartico	1	1	1	1	0	1	1	1
Orientale - Turanico - Europeo	1	1	1	1	0	0	1	0
Paleotropicale - Sud Paleartico	1	1	1	1	0	1	1	1

Segue: Tab. IV

(+ Zona Trans. Messicana)								
Turanico - Europeo - Mediterraneo	1	1	1	1	0	0	1	0

sen). I rapporti di similitudine tra i distretti studiati sono evidenziati dal dendrogramma della Fig. 3.

Rispetto agli indici che misurano la diversità β direttamente, l'indice di Whittaker dà un valore di 25,84% perché la diversità α media dei distretti (11,1 specie) è molto alta rispetto alla ricchezza totale della regione (14 corotipi di I ordine).

Questo indica che non vi è un cambio importante nella diversità corologica tra i distretti. Dall'altra parte con l'indice di Cody la diversità β tra le 28 possibili coppie di distretti è del 17,72%, avendo la massima diversità β (50,96%) tra il Distretto Ibleo e il distretto Etneo. La minor diversità β corrisponde al ricambio nella composizione dei corotipi di I ordine tra il Distretto Drepano Panormitano e il Distretto Ibleo (3,57%), ciò concorda con l'alta similitudine per questi distretti (Fig. 3: dendrogramma).

c. diversità γ

Utilizzando la formula di Lande (1996) per separare dalla forma additiva le

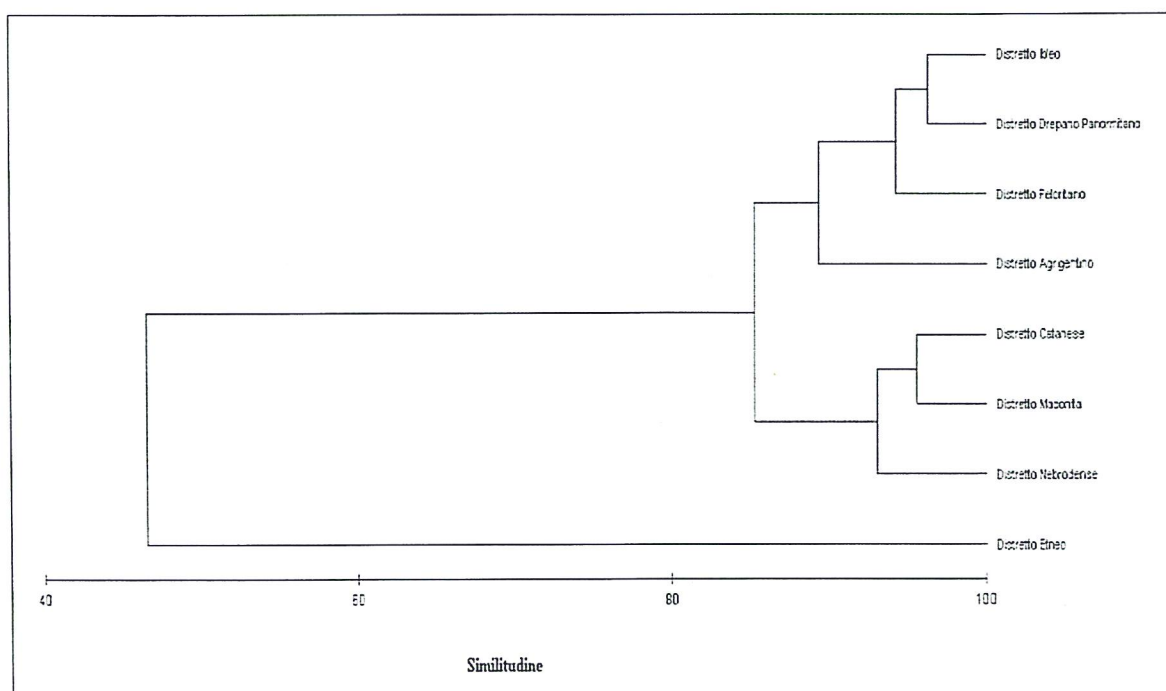


Fig. 3 - Dendrogramma di similitudine per la struttura corologica tra distretti basato sull'indice di Sørensen espresso in percentuale (= indice di Bray-Curtis applicato a dati di presenza-assenza).

due componenti della biodiversità troviamo che la diversità α rappresenta il 86,32% e la diversità β il 13,68% della diversità γ del paesaggio.

2) Diversità corologica di II ordine

a. diversità α

Dei tre metodi di stima utilizzati (Tab. V) il metodo di Chao 2 dà valori del numero totale di specie più simili ai valori osservati in ogni distretto floristico e quindi con questo metodo gli inventari mostrano i più alti valori di completezza.

Considerando il numero di località di raccolta come una misura dell'intensità del campionamento per saggiare la validità dei dati inerenti questo tipo di diversità anche in questo caso abbiamo elaborato la seguente curva di accumulazione (Fig. 4).

Come si può notare la curva di accumulazione si avvicina ad un asintoto, il numero di entità uniche e duplicate diminuisce. Questa è una caratteristica degli inventari che hanno una buona percentuale di completezza.

b. diversità β

Confrontando le 28 possibili coppie di distretti, con il coefficiente di Jaccard abbiamo una similitudine media di 0,577, mentre con il coefficiente di Sørensen di 0,701. Con entrambi i coefficienti la massima somiglianza è stata rilevata tra il distretto Catanese e il distretto Agrigentino (= 0,882 di somiglianza con il coefficiente di Jaccard e 0,938 con il coefficiente di Sørensen). All'estremo opposto, la similitudine minima è risultata quella tra il Distretto Etneo e il Distretto Ibleo (0,167 di similitudine con il coefficiente di Jaccard e 0,286 con il coefficiente di Sørensen). I rapporti di similitudine tra i distretti studiati sono evidenziati nel dendrogramma della Fig. 5.

Tab. V - Stime della ricchezza specifica e della percentuale relativa della ricchezza osservata, con tre diversi metodi.

Distretti	Località	Ricchezza osservata	Ricchezza stimata e percentuale di completezza		
			Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean
Distretto Agrigentino	25	17	17.48 (97%)	19.88 (86%)	18.23 (93%)
Distretto Catanese	14	15	15.19 (99%)	16.86 (89%)	15.41 (97%)
Distretto Drepano Panormitano	80	21	21.99 (95%)	22.98 (91%)	24.93 (84%)
Distretto Etneo	9	4	4.44 (90%)	5.78 (69%)	6.65 (60%)
Distretto Ibleo	23	17	20.19 (84%)	21.78 (78%)	24.6 (69%)
Distretto Madonita	27	17	17.48 (97%)	18.93 (90%)	19.89 (85%)
Distretto Nebrodense	19	17	19.84 (86%)	22.68 (75%)	24.67 (69%)
Distretto Peloritano	14	16	16.46 (97%)	18.79 (85%)	17.4 (92%)

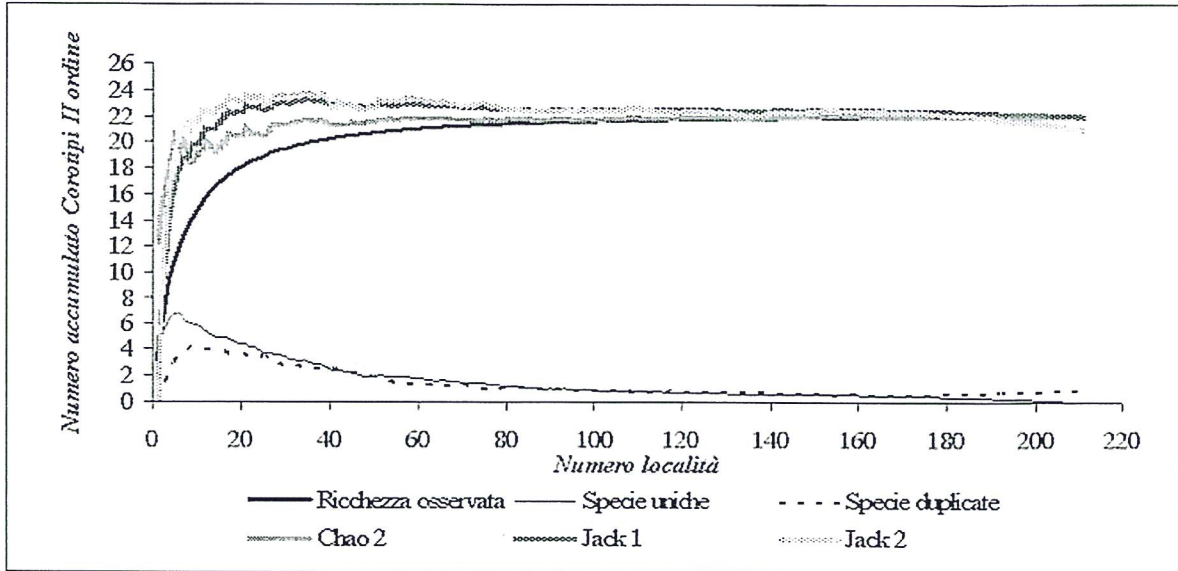


Fig. 4 - Curva di accumulazione totale dei corotipi di II ordine per la Sicilia.

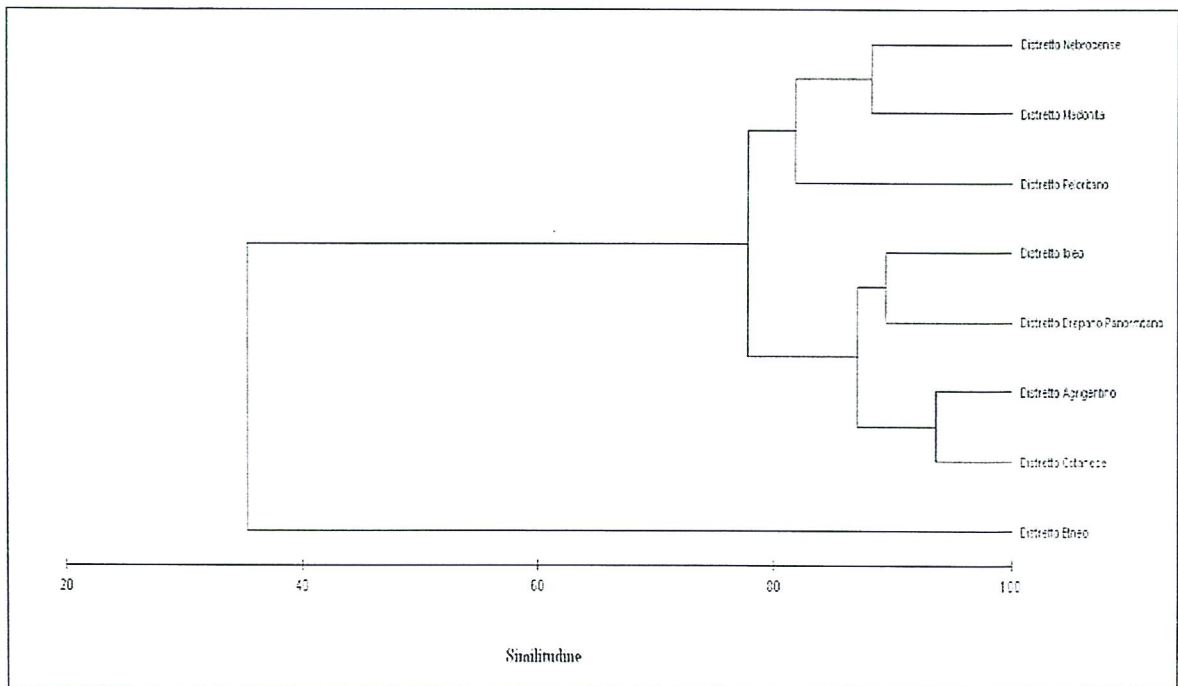


Fig. 5 - Dendrogramma di similitudine per la struttura corologica tra distretti basato sull'indice di Sørensen espresso in percentuale (= indice di Bray-Curtis applicato a dati di presenza-assenza).

Rispetto agli indici che misurano la diversità direttamente, l'indice di Whittaker dà un valore di 41,93% perché la diversità media dei distretti (15,5 specie) è molto alta rispetto alla ricchezza corologica totale della regione (22 corotipi di II ordine).

I nostri risultati indicano che non vi è un ricambio importante tra i distret-

ti neppure in termini di diversità corologica di II ordine. Dall'altra parte con l'indice di Cody la diversità tra le 28 possibili coppie di distretti è del 11,76%, con un massimo (53,67%) tra il Distretto Ibleo e il distretto Etneo. La minor diversità corrisponde al ricambio nella composizione in corotipi tra il Distretto Catanese e il distretto Agrigentino (5,88%). Ciò concorda con l'alta similitudine per questi distretti (cfr. Fig. 5).

c. diversità γ

Utilizzando la formula di Lande (1996) per separare dalla forma additiva le due componenti della diversità γ otteniamo che la diversità α rappresenta il 76,56% e la diversità β il 23,44% della diversità del paesaggio.

DISCUSSIONE

I risultati ottenuti, applicando i diversi indici, confermano l'eterogeneità della Sicilia a livello di paesaggio. I valori della diversità non confutano la suddivisione dell'isola nei distretti, proposta su base fitogeografica. L'analisi della similitudine fra distretti, invece, sembra confutare la suddivisione gerarchicamente superiore, quella in sottosettori. Infatti, tutti gli indici calcolati concordano nel raggruppare distretti che nella classificazione fitogeografica sono ricondotti a sottosettori diversi.

In termini biogeografici più tradizionali, dal confronto istituito risulta la conferma dei limiti interpretativi dei corotipi di I ordine: questi infatti compattano areali di specie che sono con ogni probabilità sottoposte agli stessi vincoli ecogeografici attuali, ma si riconducono a gruppi diversi, corrispondenti a differenti corotipi di II ordine: mostrano quindi relazioni biogeografiche storiche non omogenee. Ad esempio (Tab. VI) specie appartenenti a gruppi C. Asiatico-Mediterraneo (1 specie), Afrotropicale-Mediterraneo-Turanico (2 specie), Mediterraneo (1 specie), Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo (1), Eurosibirico-Centroasiatico-Mediterraneo (1 specie) concorrono a definire il corotipo W-Mediterraneo. Allo stesso modo per quanto riguarda il corotipo di I ordine Turanico-Europeo-Mediterraneo, le sue componenti sono estremamente eterogenee e per 5 specie evidenziano relazioni biogeografiche anche extrapaleartiche.

Specularmente, la tabella VII mette in evidenza come elementi (specie e relativi areali) riconducibili a taxa che corrispondono ad un unico corotipo di II ordine concorrono a definire corotipi di I ordine anche abbastanza diversi. Riteniamo paradigmatico il caso del corotipo di II ordine Afrotropicale-C Asiatico-Mediterraneo-Europeo, a cui corrispondono 7 specie che concorrono alla definizione di sei corotipi di I ordine.

Dal confronto fra gli andamenti dei corotipi di II ordine ottenuti si sono ricavate ipotesi di tracks singoli. Un certo numero di questi presentano una no-

Tab. VI - Esempio di corotipi di I ordine e dell'eterogeneità dei corotipi di II ordine ai quali si riconducono i rispettivi gruppi soprascpecifici (in parentesi il rispettivo numero di specie rappresentante il popolamento dell'area indagata).

COROTIPO DI I ORDINE	COROTIPO II ORDINE
W - Mediterraneo	C.Asiatico - Mediterraneo (1); Afrotropicale - Mediterraneo - Turanico (2); Mediterraneo (1); C.Asiatico - Europeo - Mediterraneo (1); Eurosibirico - C.Asiatico - Mediterraneo (1)
Turanico - Europeo - Mediterraneo	Indoafricano - W Paleartico (+ est. Cuba) (1); Orientale - Paleartico (1); Indoafricano - C.Asiatico - Mediterraneo - Europeo (1); Eurosibirico - C.Asiatico - Mediterraneo (2).
Europeo	Europeo - N Mediterraneo - E Orientale (+ Zona Transizione Messicana (2); Asiatico - Europeo - Mediterraneo (2); Europeo - Est Neartico (1); Eurosibirico - C Asiatico - Mediterraneo (1).

Tab VII - Esempio di corotipi di II ordine e corotipi di I ordine (in parentesi il rispettivo numero di specie rappresentate nel popolamento dell'area indagata) delle specie, gli areali dei cui taxa superiori contribuiscono alla definizione di corotipi di II ordine.

COROTIPO II ORDINE	COROTIPO I ORDINE
Eurosibirico - C Asiatico - Mediterraneo	C Asiatico - Europeo (3); Turanico - Europeo - Mediterraneo (2); Turanico - Europeo (2); W - Mediterraneo (1);
Asiatico - Europeo - Mediterraneo	Europeo (2); Turanico - Europeo (1); Siculo Magrebino (1)
Turanico - Europeo - Mediterraneo	Turanico - Europeo (1); S Europeo (2);
Afrotropicale - C Asiatico - Mediterraneo - Europeo	C Asiatico - Europeo (1); W Mediterraneo (2); Siculo Magrebino (1); Mediterraneo (1); Turanico - Mediterraneo (1); Afrotropicale - Mediterraneo (1)

tevole coerenza spaziale e permettono di delineare, almeno in prima approssimazione, alcuni tracks generalizzati, ossia, di riconoscere omologie biogeografiche primarie.

I tracks standard che sono stati ipotizzati e che coinvolgono l'area in studio sono: Eurasiatico-Mediterraneo (...); Afrotropicale-W Paleartico (- . -); Indoafricano-W Paleartico (- .. -); Europeo-Est Neartico (-).

Nella tabella VIII sono rappresentati due tracks standard ipotizzati in base all'analisi dei corotipi di II ordine ottenuti nella presente ricerca.

Infine, sono stati individuati almeno tre possibili nodi panbiogeografici che coinvolgono l'area in studio, dati dalle intersezioni fra i tracks standard Eurasiatico-Mediterraneo, Afrotropicale-W Paleartico, Indoafricano-W Paleartico e Europeo-E Neartico. Tali ipotetici nodi suggeriscono la presenza nella geografia moderna di biota allocronici e allotopici. Nella Fig. 6 sono evidenziati i tracks standard e i nodi biogeografici individuati che coinvolgono anche la Sicilia. Tali ipotetici nodi suggeriscono la compresenza attuale di biota allocronici e allotopici.

CONCLUSIONI

La metodologia messa a punto nella nostra ricerca permetterà non solo di formulare ipotesi di omologia biogeografica secondaria mediante analisi cladi-

Tab. VIII - Due tracks ipotizzati in base all'analisi dei corotipi di II ordine ricavati nel presente lavoro.

Track standard ipotetico	Corotipi di II ordine
Eurasiatico – Mediterraneo	Eurosibirico – C. Asiatico – Mediterraneo; Asiatico – Europeo – Mediterraneo; Turano – Europeo – Mediterraneo;
Afrotropicale – W Paleartico	Afrotropicale – C. Asiatico – Mediterraneo – Europeo

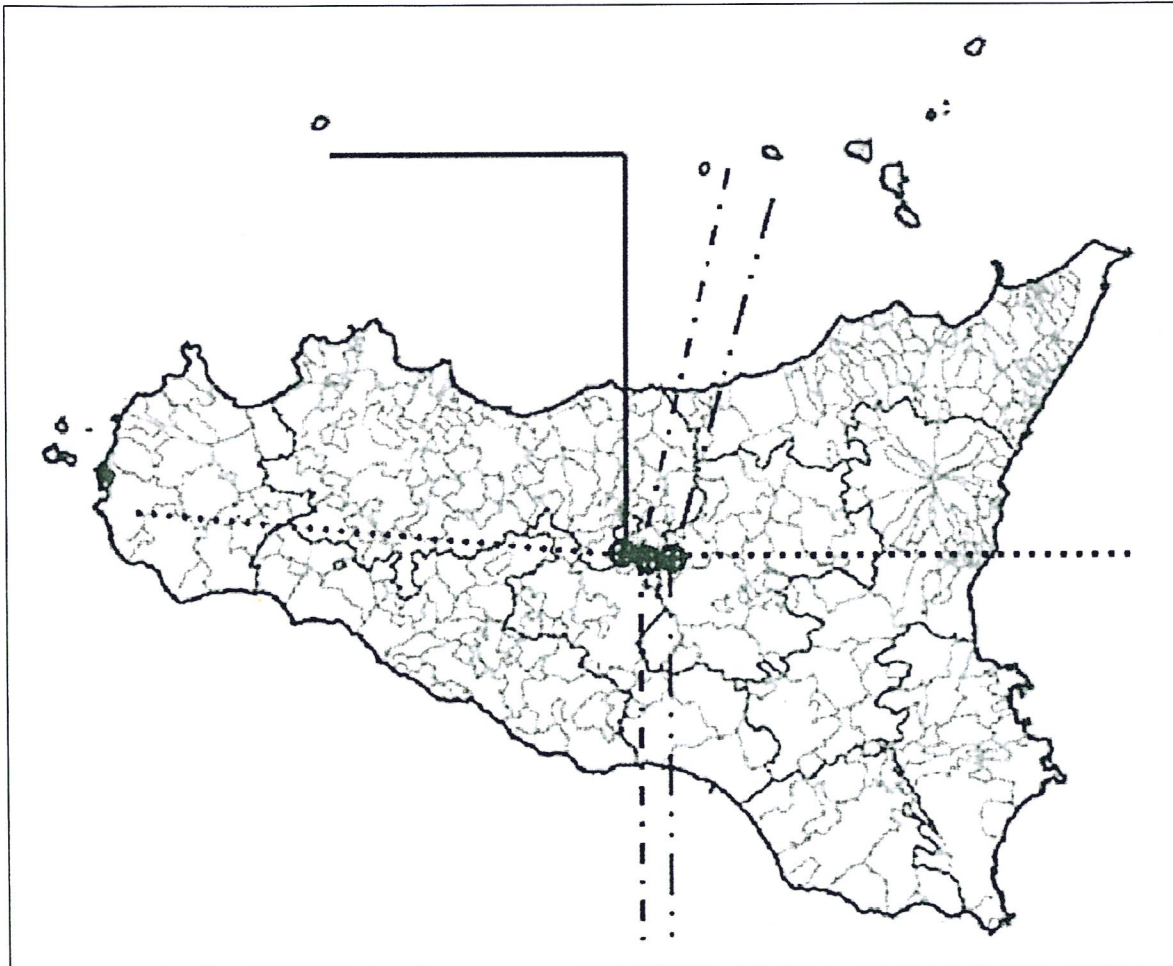


Fig 6 - Andamento dei quattro tracks standard ipotizzati: – Europeo-Est Neartico; ... Euroasiatico-Mediterraneo; $\frac{3}{4}$ · $\frac{3}{4}$ Afrotropicale-W Paleartico; - · - - Indoafricano-W Paleartico.

stica, ma anche di definire l'estensione spaziale dei nodi biogeografici individuati e formulare ipotesi sulla loro sequenza cronologica e sugli eventi paleogeografici coinvolti. Inoltre le analisi del gruppo studiato in questa sede dimostrano che il contributo della complessa storia delle relazioni biogeografiche storiche alla diversità totale del popolamento dell'isola è maggiore del contributo dei fattori ecogeografici; questi ultimi contribuiscono in misura maggiore alla diversità media, effetto prevalente dell'evoluzione del popolamento stesso nel sudovest del Paleartico.

BIBLIOGRAFIA

- AGOGLITTA R., BARBERO E., RAGUSA E., ZUNINO M. 2006 - Catalogo sistematico e topografico dei Geotrupidae e Scarabaeidae degradatori della Sicilia e delle isole circumsiciliane (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Bol. Soc. Entomol. Aragonese*, 39: 181-204.
- AGOGLITTA R. 2008 - Il popolamento a coleotteri scarabeidi degradatori del settore siciliano. *Biodiversità e Biogeografia*. Tesi dottorale (inedita).
- BELLUCCI S., AGOGLITTA R., ZUNINO M. 2007 - Gli scarabeidi degradatori dell'area marchigiana: appunti corologici e biogeografici. *Biogeographia*, 28: 631-638.
- BRULLO S., MINISSALE P., SPAMPINATO G. 1995 - Considerazioni fitogeografiche sulla flora della Sicilia. *Ecol. Med.*, 21 (2): 99-117.
- COLWELL R.K. 2005 - EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, U.S.A. Accessibile su internet: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>
- COLWELL R.K., CODDINGTON J.A. 1994 - Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. T. Roy. Soc.*, 345: 101-118.
- LANDE R. 1996 - Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13.
- MORENO C.E. 2006 - La vita e i suoi numeri. In: Zunino M. (ed.), *Metodi di misura della biodiversità*. Bonanno ed., Roma - Acireale, 96 pp.
- MORRONE J.J. 2004 - Homología biogeográfica. Las coordenadas espaciales de la vida. *Cuadernos Inst. Biología U.N.A.M., México, D. F.*, 37, 199 pp.
- MORRONE J.J. 2006 - La vita fra lo spazio e il tempo. In: M. Zunino (ed.), *Il retaggio di Croizat e la nuova biogeografia*. Medical Books, Palermo, 358 pp.
- MORRONE J.J. 2008 - *Evolutionary Biogeography. An integrative approach with case studies*. Columbia Univ. Press, New York, 301 pp.
- PALMER M.W. 1990 - The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195-1198.
- RAPOPORT E.H. 1975 - Aerografía. Estrategias geográficas de las especies. F.C.E., México.
- VIGNA TAGLIANTI A., AUDISIO P.E., BELFIORE C., BIONDI M., BOLOGNA M.A., CARPANETO G.M., DE BIASE A., DE FELICI S., PIATTELLA E., RACHELI T., ZAPPAROLI M., ZOIA S. 1993 - Riflessioni di gruppo sui corotipi fondamentali della fauna W-paleartica ed in particolare italiana. *Biogeographia*, 16: 159-179.
- ZUNINO M. 1999 - A new concept of theoretical biogeography: the "nemophoront". In: Sobti K., Yadav K.J. (eds.), *Some aspects of the Insight of Insect Biology*. Narendra, Dehli: 109-113.
- ZUNINO M. 2000 - El concepto de area de Distribución: algunas reflexiones teóricas. In: Martín Piera F., Morrone J.J., Melic A. (eds.), *Hacia un Proyecto CyTED para el inventario y la estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica, PRIBES 2000*. m3m - Monografías Tercer Milenio, I. S.E.A., Zaragoza: 70-85.
- ZUNINO M. 2005 - Corotipos y biogeografía sistemática en el Euromediterráneo. In: Llorente B.J., Morrone J.J. (eds.), *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines*. UNAM, México: 181-187.
- ZUNINO M. 2007 - Insetti e paradigmi in biogeografia. *Proceedings XXI Congr. Naz. It. Ent.*: 45-47.
- ZUNINO M., ZULLINI A. 2004 - Biogeografia. La dimensione spaziale dell'evoluzione (II ed.). C.E.A., Milano, 373 pp.