

**“INDAGINE CONOSCITIVA SULL’IMPIEGO DI ALCUNI TAXA DI  
ARTROPODI COME INDICATORI DI BIODIVERSITA’  
(analisi bibliografica e casi applicativi)”**

**Dr.ssa Alessandra A. Bux**

**Tutor: Dr. Claudio Piccini**

# INDICE

<b>1 INTRODUZIONE E OBIETTIVI DEL LAVORO</b>	<b>3</b>
<b>2 ARTROPODI: BIOINDICATORI NEGLI AGROECOSISTEMI</b>	<b>6</b>
2.1 PROBLEMATICHE DI APPLICAZIONE: PERDITA DI HABITAT, FRAMMENTAZIONE, CONNESSIONE, RELAZIONE CON ALTRE SPECIE/GRUPPI	7
2.2 ESEMPIO DI INDAGINE IN CAMPO: “COMUNITÀ AD ARTROPODI DI AREE PRATIVE IN UN CONTESTO AGRARIO: RUOLO DELL’HABITAT E DEL PAESAGGIO	9
<b>3 ARANEIDI COME INDICATORI DI BIODIVERSITÀ NEGLI AGROECOSISTEMI E PROBLEMATICHE DI APPLICAZIONE</b>	<b>13</b>
3.1 RAGNI E BIOINDICAZIONE	13
3.2 IL RUOLO DELLE SIEPI PER LA BIODIVERSITÀ DEI RAGNI: ESEMPI DIAPPLICAZIONE	15
3.3 STRESS DA ACCUMULO DI INQUINANTI IN AGRICOLTURA	18
3.4 ALTERAZIONI E DISTURBO AMBIENTALI	20
3.5 QUALITÀ AMBIENTALE	20
<b>4 STRUMENTI E METODI DI RILEVAMENTO DEGLI ARANEIDI</b>	<b>22</b>
4.1 TECNICHE DI RILEVAMENTO E LIMITI D’INDAGINE	22
4.2 STATO DELLE RICERCHE E POTENZIALITÀ	23
4.3 “I RAGNI COSTRUTTORI DI TELA NELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE”: UN ESEMPIO DI APPLICAZIONE	25
<b>5 ABSTRACT LAVORI NAZIONALI E INTERNAZIONALI</b>	<b>31</b>
5.1 ABSTRACT LAVORI SUGLI ARANEIDI	31
5.2 ABSTRACT LAVORI SUI LEPIDOTTERI	32
5.3 ABSTRACT LAVORI SUGLI ODONATI	35
<b>6 VALUTAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>42</b>
<b>APPENDICE A: INDICI ECOLOGICI</b>	<b>46</b>
<b>APPENDICE B: SCHEDE TECNICHE DEI TAXA BIOINDICATORI CONSIDERATI</b>	<b>48</b>

## **RINGRAZIAMENTI**

Rivolgo i miei ringraziamenti al Tutor di stage, Dr. Claudio Piccini, per i preziosi suggerimenti e alla Dr.ssa Antonella Arcangeli per la sua disponibilità nel darmi sussidio per la compilazione delle schede tecniche sugli Indicatori, elaborate e fornite dal Servizio “ Tutela della biodiversità” di APAT.

## INTRODUZIONE E OBIETTIVI DEL LAVORO

La crescente e continua alterazione degli ecosistemi da parte delle attività antropiche ha portato moltissimi studiosi a focalizzare l'attenzione sulla tutela della biodiversità.

Per biodiversità o diversità biologica si intende l'insieme delle differenze tra gli esseri viventi, descrivibili come quantità di variazione e di variabilità degli organismi viventi, a tutti i livelli (Vigna Taglianti, 2001). L'estinzione, anche solo di una specie, porta squilibri e disagi per la sopravvivenza delle rimanenti.

In ecosistemi equilibrati si ha la presenza di molte specie, anche rappresentate da pochi individui; al contrario in ecosistemi perturbati si ha un calo o la scomparsa di specie sensibili, a favore di specie resistenti agli inquinanti o con un maggior grado di adattabilità a situazioni ben poco naturali.

Gli indicatori biologici sono in grado di evidenziare le variazioni ambientali e più precisamente si tratta di organismi o sistemi biologici usati per valutare una modificazione, generalmente degenerativa, della qualità dell'ambiente, qualunque sia il suo livello di organizzazione e l'uso che se ne fa (Iserentant & De Stoover, 1976).

Tali strumenti sono necessari poiché rappresentano una buona alternativa rispetto alla misurazione diretta delle condizioni di salute dell'ambiente che spesso risulta costosa e difficile da effettuare (Landreas et al., 1998).

I bioindicatori sono in grado di segnalare, tramite correlazioni di causa-effetto tra le loro risposte e le variazioni ambientali, modificazioni dell'ambiente ospite. Il monitoraggio dello stato di salute degli ecosistemi è ricavabile dall'analisi di alcuni importanti parametri di bioindicatori, quali ad esempio la densità, la presenza/assenza o il tasso di sopravvivenza degli stadi giovanili. Gli indicatori biologici inoltre consentono di evidenziare variazioni chimiche, fisiche e biologiche dovute all'impatto da parte dell'uomo (Huges et al., 1992). Gli organismi viventi sono infatti sensibili a molteplici fattori di disturbo che possono avere origine biotica (ad esempio infezioni, parassiti o competizione) e abiotica (ad esempio temperatura, acqua, con sua quantità e qualità, radiazione, sostanze chimiche differenti e biologicamente attive o agenti fisici come pressione atmosferica, vento, rumore, magnetismo, sottrazione di spazio e modificazione o distruzione di ambienti) (Sartori, 1998).

La presente tesi è incentrata sull'individuazione di Artropodi indicatori di biodiversità.

In questo contesto, l'obiettivo dello studio effettuato, è stato quello di far conoscere le tecniche di bioindicazione, nell'ambito dell'analisi della biodiversità, offerte dal mondo degli Artropodi, con una rassegna sintetica e il più possibile completa, delle esperienze che si sono accumulate in questi ultimi anni. In particolare sono state prese in considerazione, con riferimento agli ambienti terrestri presenti in tutto il territorio nazionale, i metodi già validati o comunque sufficientemente consolidati, aventi un'area di applicazione non ristretta.

Il lavoro si propone come una base per successivi approfondimenti e per lo sviluppo di vere e proprie linee guida operative relative ai singoli bioindicatori.

Sono stati considerati quindi i taxa che meglio rispondono a questo tipo di utilizzo: in particolare sono stati individuati gli Artropodi degli ambienti terrestri. Molto utilizzate sono le comunità Araneiche, ma anche di Lepidotteri, sia come stadi larvali, sia come adulti, di Odonati, come adulti (Pollard, 1991; Riddiford e Bawey, 1992; Pollard e Yates, 1993) e di Coleotteri Carabidi.

Il materiale rinvenuto e in genere disponibile negli archivi bibliografici richiama spesso l'utilizzo di questi taxa come indicatori di biodiversità, ma è risultata scarsa la quantità degli studi effettuati in Italia per questo scopo, mentre sono maggiormente disponibili gli studi condotti all'estero.

In base all'analisi qualitativa e quantitativa delle informazioni reperite, si è deciso di prendere in considerazione alcuni taxa quali: Aranea, Odonata, Lepidoptera. In particolare il taxon degli Aranea verrà trattato più ampiamente e più nello specifico dal punto di vista delle applicazioni in campo, data la maggiore quantità di dati bibliografici disponibili. Degli altri taxa saranno fornite informazioni sul contesto in cui si opera e le problematiche di interesse, con i relativi abstract tradotti, ricavati da articoli nazionali e internazionali.

Nel corso dello studio si è potuto constatare che i tre taxa considerati, apparentemente così distanti, abbiano un comun denominatore rappresentato dallo stesso campo di applicazione, ovvero quello del comparto agricolo. Infatti ciascuno di essi è sensibile alle minime variazioni di questo particolare tipo di ecosistema oppure il diffondersi di quest'ultimo rappresenta una minaccia per la sopravvivenza di alcune comunità (di Odonati ad esempio).

Le aree rurali sono dominanti nell'ambiente terrestre (Paoletti, 1995) e rappresentano anche un serbatoio di biodiversità. Negli ultimi anni è nata infatti l'esigenza di valutare il funzionamento degli agroecosistemi in relazione alla quantità e qualità delle specie

presenti in esso (Paoletti et al., 1992), quindi la diversità è divenuta un valore da salvaguardare anche in ambito agricolo (Viggiani, 2001).

Concludendo, nel presente lavoro si discuterà del valore che hanno i taxa sopra elencati come indicatori di biodiversità, ma si terrà anche conto delle condizioni ambientali (perdita di habitat, connessione, relazione con altre specie/gruppi) ad essi associate.

Saranno riportati degli esempi applicativi di reti di monitoraggio effettuate in Italia e all'estero; in quest'ultimo caso le metodologie possono essere considerate importabili anche nel nostro Paese.

## CAPITOLO 2

### ARTROPODI: BIOINDICATORI NEGLI AGROECOSISTEMI

Gli Artropodi sono un gruppo biologico ampio e diversificato del Regno Animale, la cui caratteristica è un'altissima biodiversità, legata alle ristrette nicchie spaziali occupate dalle specie. Essi perciò si sono rivelati estremamente preziosi nel monitoraggio ambientale e, per quanto riguarda gli aspetti applicativi, allo studio delle alterazioni ambientali, essi offrono una notevole serie di vantaggi:

- Le popolazioni sono spesso numericamente molto ricche e qualitativamente varie, con la conseguente possibilità di effettuare elaborazioni valide e precise;
- Le piccole dimensioni corporee consentono con facilità il prelievo in natura;
- Hanno una spiccata sensibilità e una rapida reazione a svariati agenti negativi;
- Molte specie-gruppi sono caratterizzati da vagilità scarsa o nulla, che non permette l'allontanamento dalla fonte del danno e consente una più facile interpretazione dei dati ottenuti.

Vi sono tuttavia alcune difficoltà che non devono essere sottovalutate:

- Talvolta la classificazione delle specie considerate risulta complessa;
- Risulta ancora scarsa la conoscenza di biologia ed ecologia dell'assoluta maggioranza delle specie, che rende spesso molto difficoltoso individuare correlazioni dirette tra causa ed effetto, scelta problematica del campione di confronto negli esperimenti, in quanto è necessario escludere l'influenza di altri fattori di disturbo ambientale.

Una valutazione ecologica approfondita permette di affermare che gli Artropodi meritano di essere protetti e tutelati come componenti essenziali degli ecosistemi e preziosi elementi dell'equilibrio naturale. Ad essi si addice il ruolo di *indicatori biologici*, ancor più dei Vertebrati, poiché rispondono ancor più rapidamente di questi ultimi ai cambiamenti ambientali. Non tutti gli Artropodi sono da considerarsi come utili indicatori nei piani di conservazione, inoltre è necessario inserirli correttamente nel contesto dell'ecosistema. Alcuni di essi sono legati in modo più stretto a determinare caratteristiche ecologiche e, contemporaneamente, presentano aspetti che li rendono più idonei a un impiego di tipo

operativo (bioindicatori). In genere, le comunità di Artropodi possono essere utilizzate in modo efficace per avere indicazioni sullo stato sia di ambienti acquatici sia di ambienti terrestri. In ogni caso è bene limitare il campionamento a singoli gruppi tassonomici perché i diversi metodi di trappolaggio sono selettivi nei confronti dei diversi gruppi. Se si volesse utilizzare una larga porzione della comunità, comprendente differenti gruppi, occorrerebbe adottare contemporaneamente più metodi di campionamento ma risulterebbe comunque difficoltoso comparare l'abbondanza delle diverse specie e le analisi si arresterebbero a un livello qualitativo, cioè di lista di specie presenti.

## *2.1 Problematiche d'interesse: perdita di habitat, frammentazione, connessione, relazione con altri gruppi/specie.*

La struttura delle comunità biologiche è il risultato degli effetti di molteplici fattori legati all'ambiente e ad eventi storici ed antropici di vario tipo (Quinn & Dunham 1983) e la comprensione dei meccanismi con cui essi agiscono sui pattern di biodiversità è di primaria importanza nei paesaggi coltivati, potendo avere implicazioni sulle azioni di conservazione e gestione (Previati *et al.* 2005).

La semplificazione e la frammentazione degli habitat che deriva dall'agricoltura intensiva crea paesaggi a mosaico in cui una matrice agraria generalmente inospitale per molte specie circonda porzioni di habitat naturale residue considerate rifugi di elevatissimo valore (Duelli 1997).

Fattori come l'idoneità e l'eterogeneità dell'habitat, che comportano una diversificazione qualitativa, spaziale e temporale delle risorse, favoriscono la diversificazione degli organismi (Benton *et al.* 2003). Per le comunità di Artropodi elementi chiave nel determinarne la composizione sono sia fattori biotici quali la ricchezza floristica e la struttura architettónica della vegetazione (Hansky & Singer 2001; Hunter 2002; Jeanneret, Schupbach, Pfiffner & Walter 2003), sia fattori abiotici quali l'umidità, la tessitura e la temperatura del suolo (Perner & Melt 2003).

Fattori quali la dimensione dei frammenti ed il loro grado di isolamento, elementi cardine degli studi di biogeografia, si sono dimostrati importanti nel determinare ricchezza e composizione in specie delle comunità (Kruess & Tscharntke 1994; Collinge & Palmer 2002; Major *et al.* 2003). Le relazioni specie area, specie-distanza, l'efficacia di elementi



di connessione quali i corridoi o gli stepping-stones sono stati documentati per molti taxa e possono verificarsi a differenti scale spaziali (Wiens 1994): evidenze si sono riscontrate sia per particolari gruppi tassonomici di Artropodi (Golden & Crist 1999; Collinge 2000; Steffan-Dewenter 2003) che per gruppi funzionali (Denys & Tschardtke 2002; Gibb & Hochuli 2002), indicando l'importanza di studi integrati su comunità, guild e popolazioni. La tipologia, l'estensione e la diversificazione degli habitat all'esterno di un'area, la varietà di uso del territorio, di regimi gestionali e di attività umane nelle adiacenze dei frammenti di habitat, possono influenzare la persistenza delle specie nei frammenti (Buechner 1989; Foppen & Reijnen 1994), agendo sui flussi di materiali e di nutrienti, nonché sulla "connettività strutturale" fra i patch (Ricketts 2001) tramite modifiche del grado di permeabilità del territorio circostante agli organismi, non dipendente in modo esclusivo da fattori dimensionali quali le distanze e il grado di isolamento fra i patch.

I paesaggi agricoli rientrano sicuramente in questo ambito concettuale e la biodiversità al loro interno è governata dai fattori-chiave della presenza e della distribuzione spazio-temporale di habitat idonei. In particolare i paesaggi agricoli derivanti da interventi di bonifica si qualificano come insiemi di ecosistemi recenti, in cui mancano frammenti relitti di ecosistemi maturi, mentre le aree destinate alla rinaturalizzazione sono condizionate sia dalla naturale eterogeneità connessa all'origine di una zona umida, sia dalle attività che vengono svolte nelle adiacenze. Inoltre non si possono trascurare le relazioni con le pratiche gestionali spesso applicate, che seppure minime, alterano ugualmente i processi di successione ecologica (Previati *et al.*, 2005).

La meccanizzazione, infatti, ha ridotto le siepi e le alberature, dunque il seminativo arborato è stato sostituito dal seminativo semplice e dal frutteto. I campi hanno aumentato le dimensioni chiudendo scoline, fossi e cavedagne.

Il degrado che ha subito il paesaggio agrario tradizionale ha anche comportato una riduzione delle specie animali e vegetali nelle campagne. Quindi, la semplificazione dell'agroecosistema, se da un lato ha favorito certe operazioni colturali, dall'altro ha privato numerosi organismi utili per l'agricoltura delle loro nicchie ecologiche, portando alla rarefazione di importanti antagonisti selvatici dei fitofagi infestanti le colture.

La reintroduzione di siepi ed alberature nell'ecosistema agrario non rappresenta un nostalgico ritorno al passato ma, al contrario, una moderna visione ecologica dell'esercizio dell'agricoltura. I benefici dati da questi elementi naturali sono molti, tra i principali

ricordiamo: l'azione frangivento, la prevenzione dell'erosione del suolo, la fornitura di prodotti utili e l'importante funzione estetica e protettiva sul paesaggio.

Da queste semplici constatazioni emerge l'indicazione che agricoltura e ambiente non sono due entità separate. La profonda interazione tra l'agricoltura e l'ambiente (e le loro componenti acqua, aria, suolo, popolazioni vegetali, animali e microbiche), fa dell'agricoltore un importante "custode" del territorio.

## *2.2 Esempio di indagine in campo: "Comunità di artropodi di aree prative in un contesto agrario: ruolo dell'habitat e del paesaggio" (Previati et al., 2005).*

Lo studio che viene presentato di seguito rappresenta un esempio valido di quanto detto sopra, ovvero di quanto sia importante il mantenimento di agroecosistemi diversificati e quindi complessi per garantire l'aumento delle interazioni biologiche al loro interno. Infatti lo scopo della ricerca condotta dai ricercatori dell'Università di Ferrara, è stato quello di chiarire "in che misura fattori configurazionali di tipo spaziale (aree e distanze) e fattori di controllo ambientale (struttura e varietà di habitat e paesaggio) influenzino le comunità di Artropodi associate a porzioni di habitat rinaturalizzati all'interno di un paesaggio agrario". In particolare si intende capire se:

- i frammenti influenzano la ricchezza in specie e la composizione della comunità di Artropodi;
- la struttura delle comunità e la loro composizione sono influenzate da fattori come qualità e eterogeneità dell'habitat.

Nell'articolo sono stati presentati i primi risultati di un'indagine che varrà condotta su scala triennale, in modo da poter valutare anche le fluttuazioni temporali degli Artropodi, ben note e frequenti.

La ricerca è stata condotta nell'area del Mezzano, una vasta zona agricola (18000 ettari) della Provincia di Ferrara.

Le colture dominanti sono seminativi e orticole annuali o foraggere poliennali, mentre le aree a vegetazione spontanea di ricolonizzazione secondaria sono sparse fra i coltivi e lungo i canali artificiali della rete di bonifica. Come "siti di studio" sono stati selezionati 10 patch la cui vegetazione naturale, esclusivamente erbacea, rappresenta la realtà del

Mezzano, per caratteristiche dimensionali, isolamento, varietà strutturale e contesto paesaggistico.

Le variabili ambientali sono state suddivise in tre gruppi, ovvero : 1) habitat, 2) configurazione spaziale e 3) paesaggio.

Per la cattura degli Artropodi sono state utilizzate “trappole a caduta” (diametro 10 cm, altezza 15 cm; van der Berghe 1992), ritirate in luglio e agosto 2004, dopo periodi di esposizione di 20 gg. ciascuno.

Gli Artropodi raccolti sono stati classificati fino al più dettagliato livello tassonomico possibile, utilizzando il metodo delle morfospecie per i taxa non determinati in modo certo (Oliver & Beattie 1993), quindi suddivisi nelle “guild” trofiche di fitofagi, predatori, parassitoidi, polifagi e detritivori.

Sono stati calcolati i valori medi di: densità di attività ( $N$ ; Brandmayr & Brunello Zanitti 1982) e ricchezza in specie  $S$  della comunità in toto e delle “guild”, Indice di diversità di Shannon  $H'$ , Indice di evenness di Pielou  $J'$  e Indice di ricchezza di Margalef  $d$ .

E' stato anche utilizzato un procedimento di regressione multipla step-wise (forward procedure; Statistica-Statsoft) per quantificare l'effetto dei descrittori dell'habitat e del paesaggio sulle variabili indicatrici della struttura di comunità.

E' stato deciso di distinguere i modelli di regressione multipla in due tipi: uno comprendente gli indicatori del suolo e della vegetazione (dati in replicato), l'altro comprendente gli indicatori della configurazione spaziale di habitat e paesaggio (dati non in replicato).

I dati relativi a ciascun set di variabili descrittive di un aspetto dell'habitat e del paesaggio (suolo, vegetazione, configurazione, landscape structure), sono stati incorporati in una serie di Analisi delle Componenti Principali, per evitare le limitazioni sul numero di variabili potenzialmente inseribili nel modello e le eventuali correlazioni fra le stesse. Esse, condotte separatamente, “hanno portato all'individuazione di variabili latenti legate alle variabili reali ed espresse dagli assi PCA estratti e quindi fra loro completamente indipendenti”.

Nel corso della ricerca sono stati classificati 213 taxa di Artropodi per un totale di 13425 individui, suddivisi in 16 Ordini.

Gli Insetti più abbondanti e diversificati sono risultati i Coleotteri, e fra questi i Carabidi.

Dominante invece è risultata la struttura tassonomica dei Ragni, con gruppi sistematici tipicamente terricoli, di dimensioni medie, dotati di elevata mobilità e capacità di

spostamento e dai Coleotteri Carabidi, mentre la struttura funzionale comprende una quota rilevante di predatori (46%, in prevalenza Ragni e Carabidi).

Una notevole diversificazione si riscontra anche fra i fitofagi (dominati da Emitteri, Coleotteri e Carabidi spermofagi), mentre i polifagi pur numerosi sono ristretti a un numero più ridotto di specie.

“I risultati di questo studio mostrano come fra i fattori che definiscono gli aspetti qualitativi dell’habitat sia la struttura della vegetazione ad avere il maggior peso nel determinare ricchezza e abbondanza delle comunità di artropodi: varietà floristica e sviluppo architetonico della vegetazione favoriscono la presenza di comunità più numerose, ricche e diversificate, in accordo con la teoria ecologica (Pianka 1966) così come con numerosi altri studi (Sanderson 1992; Wettstein & Schmid 1999; Steffan-Dewenter & Tscharnke 2000) in cui abbondanza e diversità degli invertebrati sono correlate alla diversità di comunità vegetali naturali”.

Infatti gli organismi fitofagi sono favoriti da una maggiore ricchezza in specie vegetali e così viene garantita una maggiore diversificazione spazio-temporale delle risorse trofiche, mentre gli organismi predatori sono favoriti da una elevata diversità vegetale in quanto essa offre maggiori nicchie per le prede o gli organismi ospiti (Koricheva *et al.* 2000); la struttura più complessa dell’habitat (architettura) favorisce la presenza di maggiori rifugi e spazi vitali (Strong *et al.* 1984).

In definitiva, i risultati di questo studio contribuiscono a chiarire come le caratteristiche qualitative dell’habitat e del paesaggio possano condizionare la struttura delle comunità di Artropodi presenti su un territorio a vocazione agraria.

Quindi, nella prospettiva di eventuali risvolti applicativi nei progetti di ripristino ambientale o nel programmare la gestione di sistemi complessi come quelli agrari, risulta idoneo un approccio che tenga conto dei molteplici fattori quali quelli spaziali, strutturali, qualitativi e di ampi pool di taxa.

Le caratteristiche dei patch sembrano influenzare l’abbondanza e la ricchezza delle comunità di Artropodi, mentre le caratteristiche del paesaggio sembrano rivestire un ruolo secondario o indiretto. A questo riguardo dovrebbero essere incoraggiate tutte quelle attività che favoriscono la costituzione di patch a elevato grado di complessità vegetazionale: in questo modo potrebbe essere favorito il processo di successione ecologica e l’evoluzione verso una comunità sempre meno dominata da taxa ubiquitari e generalisti.

In merito al ruolo svolto dai fattori dimensionali sembrano esservi conferme che la frammentazione dell'habitat abbia un effetto negativo sulle comunità di Artropodi anche alla scala spaziale a cui essa opera in un paesaggio agricolo.

I risultati ottenuti sembrano ricondursi ad un sistema composto in prevalenza da specie poco esigenti e ad ampia diffusione, in grado di spostarsi agevolmente sul territorio, e in grado di sfruttare un range potenzialmente ampio di risorse.

Per favorire la diversità degli Artropodi risulta infine necessaria la diversità del paesaggio e un ridotto utilizzo di pesticidi su colture che li richiedono, direttamente o in via sequenziale agendo sulla diversità floristica.

Effetti poco evidenti sono conseguiti invece dalla connettività paesaggistica, poiché probabilmente dipendenti dalle elevate doti di mobilità del pool di specie che costituisce la comunità di Artropodi del Mezzano.

## CAPITOLO 3

### **ARANEIDI COME INDICATORI DI BIODIVERSITA' NEGLI AGROECOSISTEMI E PROBLEMATICHE DI APPLICAZIONE**

#### *3.1 Ragni e bioindicazione*

“I ragni (Arachnida, Araneae) sono i più abbondanti e ubiquitari predatori” (Turnbull, 1973; Riechert & Lockley, 1984; Wise, 1993; Groppali, 1998; Marc et al., 1999) diffusi in ogni ecosistema compresi quelli acquatici.

Nel mondo sono note più di 40.000 specie (Marc et al., 1999) e tutte sono predatrici prevalentemente di insetti (Turnbull, 1973).

E' stato sperimentato che alcune specie sono in grado di catturare almeno 6000 prede nel corso del loro ciclo vitale; se riferiamo tale dato ad una popolazione esistente in un ettaro di terreno, le prede catturate salgono a 7 milioni.

Anche se sono per lo più predatori generalisti, si è visto che esercitano una pressione predatoria su una grande varietà di insetti dannosi o addirittura sugli stadi di sviluppo della stessa specie. Ciò è garantito dal fatto che i ragni sfruttano diversi microhabitat, utilizzando molteplici strategie di cattura (a vista, all'agguato, con le tele).

Si può dedurre facilmente, quindi, che i ragni hanno un ruolo fondamentale nel mantenimento dell'equilibrio ambientale (Arnò, 1999) e della diversità: questo risulta molto importante da considerare nella gestione degli agroecosistemi.

Purtroppo la loro difficile determinazione tassonomica a livello specifico non li ha resi finora molto utilizzati nelle indagini ecologiche, nonostante in Italia siano presenti circa 1400 specie (Groppali, 2000). Se consideriamo altri ecosistemi terrestri, come alcune foreste europee, è stata valutata la presenza di questi predatori tra i 10 e 620 esemplari per ogni mq; a livello di varietà specifica nei medesimi ambienti sono state contate tra 31 e 134 specie differenti nelle chiome arboree e tra 31 e 58 nella lettiera (Blandin et al., 1980). Lo studio dell'araneofauna di 68 ambienti differenti nell'Europa centrale ha permesso di rilevare tra 16 e 209 specie per habitat, con numero medio di individui per specie compreso tra 3,6 e 734,7 (Nentwig, 1993).

Tuttavia l'ipotesi di un loro impiego come indicatori di biodiversità è stata dimostrata valida, per le seguenti caratteristiche:

- sono predatori esclusivi, che si localizzano a livelli strategici della catena alimentare;
- si presentano con densità elevate dal livello del suolo fino agli strati più alti della vegetazione sia in ambienti naturali che in zone coltivate (Marc et al., 1999);
- sono poco mobili (nella fase giovanile si disperdono con il *ballooning*, ovvero col vento) e quasi sedentari come adulti (Groppali, 1998).

Ormai è chiaro che c'è uno stretto collegamento tra specie araneiche e ambiente ospite di cui è importante la struttura fisica (importante soprattutto per le specie che costruiscono tele complesse o che necessitano di particolari tipologie di ripari) e i caratteri costitutivi (popolamenti vegetali e loro caratteristiche, presenza e tipologia di lettiera, presenza di legni cavi e marcescenti, di cortecce sollevate e di sassi al suolo, esposizione all'irraggiamento solare diretto e violenza del vento).

Una dimostrazione del collegamento diretto tra ambiente e araneofauna venne evidenziata in ambienti costieri lacustri e marini statunitensi, dove si riscontrò una profonda differenza tra comunità di aree poste in successione a partire dal bagnasciuga e progredendo nell'entroterra: in questo caso la massima complessità è stata rilevata nelle zone dotate di copertura vegetale maggiormente stabile e stratificata, probabilmente per le maggiori possibilità di attacco delle tele e il microclima sicuramente più favorevole.

Nonostante siano scarse tutt'oggi le conoscenze biologiche ed ecologiche riguardanti i ragni, è stato possibile condurre analisi valide riferibili alla conservazione ambientale (soprattutto per quanto riguarda le aree ecotonali), alla gestione degli agroecosistemi (in particolare per quanto riguarda i margini dei coltivi, la presenza di vegetazione minore e di copertura vegetale invernale e, in alcuni casi, le ricadute biologiche di alcuni trattamenti chimici) e degli ambienti forestali (soprattutto in riferimento a tagli e diradamenti, semplificazione della composizione specifica e strutturale, presenza di alberi morti e deperenti) (Groppali, 2000).

Infatti, eccetto alcuni casi di massima presenza di prede facilmente catturabili (es. larve di *Hyphantria* entro le loro protezioni in seta) (Groppali *et. al.*, 1994), gli studi disponibili dimostrano una stretta relazione tra ricchezza di ragni e varietà ambientale (Uetz, 1991); si è deciso, così, di approfondire l'indagine per gli agroecosistemi, poiché in ambienti di questo tipo spesso si verificano danni derivanti da alcuni fattori di disturbo di origine naturale (permanenza sul suolo delle acque di esondazione, forza del vento dominante

nelle stagioni di attività dell'araneofauna, gravità e frequenza degli incendi) e antropica (contaminazioni, pratiche di diserbo).

### *3.2 Il ruolo delle siepi per la biodiversità dei ragni: esempi di applicazione.*

Dalla bibliografia si evince quanto importanti siano i ragni come indicatori di biodiversità (Groppali, 1999a, 1999b) negli agroecosistemi e soprattutto ai margini dei coltivi (questi ultimi, se ben strutturati possono fungere anche da serbatoio nei confronti delle aree coltivate limitrofe, arricchendo la loro fauna di predatori polifagi) (Dennis & Fry, 1992).

Il motivo della loro maggiore presenza in questo tipo di ambienti non sembra risiedere in una maggiore quantità di prede potenziali, ma nella possibilità di disporre di validi punti di attacco per la costruzione delle tele, come dimostrato da uno studio effettuato su due specie di araneidi in brughiera (Cherret, 1964). Infatti, i ragni tessitori collocano di preferenza i loro apparati di cattura nei varchi della vegetazione legnosa (Groppali et al, 1994).

E' stato dimostrato che, generalmente, siepi strutturalmente simili, presenti nelle stesse condizioni ambientali, tendono ad avere popolamenti araneici simili; invece siepi strutturalmente differenti, all'interno dello stesso territorio, possono presentare diversità araneiche anche molto profonde, come dimostrato da un'analisi eseguita al margine di colture di mais presso Stagno Lombardo, CR (Groppali *et al.*, 1994).

Nel Parco del Ticino, presso Vigevano (PV), sono state studiate altre quattro differenti tipologie di margini di coltivi (filare fitto di robinia con rovi, siepe rada di robinia, filare rado di salice bianco, erbe alte), con campionamenti mensili da maggio a ottobre (Groppali et al., 2000).

Sono stati ottenuti dati con valori maggiori nell'area campione costituita dalla siepe di robinia e quelli inferiori nel margine delle erbe alte (riferendosi ai valori di ricchezza biologica valutata tramite l'indice di Shannon- Wiener ).

L'ambiente meno strutturato e più povero di possibilità di attacco per apparati di cattura complessi è risultato quindi quello con popolamenti araneici meno ricchi e vari.

Indagini eseguite nelle siepi durante i differenti periodi dell'anno, consentono di studiare la fenologia dei ragni, ancor oggi nota in modo insufficiente: ad esempio, è stato eseguito uno studio presso Stagno Lombardo con raccolte mensili, nello spazio di un anno in aree campione di 9 mq di siepe fitta arboreo-arbustiva (Groppali et al., 1995a), ha permesso di



rilevare, oltre ad una presenza quasi costante di ragni nell'arco dell'anno ( con assenze limitate soltanto al mese di dicembre e un massimo di 52 esemplari in maggio), la notevole ricchezza e varietà dei popolamenti araneici di questo tipo di ambiente.

Un'indagine svolta presso Vigevano, in quattro tipologie differenti di margini di coltivi tra metà maggio e ottobre (Groppali et al., 2000), ha permesso di rilevare profonde differenze tra gli ambienti confrontati, evidenziando forti variazioni quantitative per ogni campionamento mensile, in particolare nel numero di esemplari immaturi.

A questo proposito è stato addirittura ipotizzato che il margine a erbe alte, nei coltivi in questione, costituisse una sorta di nursery per diversi ragni, poiché le percentuali di esemplari immaturi catturati tra luglio e inizio ottobre sono risultate pari o prossime al 100%.

Quindi si può ipotizzare che il modo più ovvio per ottenere un incremento delle popolazioni araneiche negli agroecosistemi consista nella piantagione di vegetazione legnosa lungo i margini dei campi o almeno nel mantenimento di spazi erbosi ai margini delle colture (Maelfait & De Keer, 1990).

I risultati, tuttavia, possono non essere immediati in alcuni casi, soprattutto quando le siepi o i filari richiedono un certo tempo per poter ospitare sufficientemente popolamenti araneici ricchi e vari.

Per i costruttori di tele più esigenti è invece necessario che la siepe abbia raggiunto una maturità sufficiente a fornire punti di attacco numerosi e ben distribuiti ( Groppali, 2003).

E' stato dimostrato anche che i margini inerbati dei coltivi possono contribuire comunque all'arricchimento della biodiversità negli agroecosistemi. Infatti, in un'indagine condotta nella Riserva di Obere Lobau, presso Vienna (Kromp & Steinberger, 1992), è risultato che tali elementi ambientali siano in grado di ospitare specie con limitate possibilità di dispersione e più sensibili a periodiche alterazioni ambientali determinate dalle attività agricole. Anche uno studio effettuato in coltivi di mais della pianura padana interna ha dimostrato che siepi e margini dei coltivi possono fungere, con le loro ricche popolazioni araneiche, da serbatoi biologici per questi predatori ( Dennis & Fry; Hassal et al., 1992).

A causa della probabile azione di disturbo provocata dai tagli periodici, le porzioni di coltivo situate in prossimità di margini inerbati sono di minor interesse araneologico; comunque i margini inerbati possono aiutare ad arricchire le popolazioni araneiche dei coltivi limitrofi, com'è stato dimostrato da un'indagine effettuata per un anno in campi di mais e di segale presso Ghent, in Belgio ( Alderweireldt, 1989).

Infatti in entrambe queste coltivazioni la ricchezza specifica diminuiva al crescere della distanza dal margine, in particolare nella maiscoltura ( Groppali, 2003).

Utilizzando lavori pubblicati recentemente (Groppali et al., 1994, Groppali et al., 1995a , Groppali et al., 1995b, Groppali et al. 1999; Groppali & Pesarini 2002) è possibile rilevare la buona valenza ecologica di siepi, filari e fasce inerbate in differenti aree italiane, anche se con valori difforni degli indici ecologici più comunemente utilizzati (vd. Appendice A). Concludendo, gli studi attualmente disponibili nella bibliografia dimostrano che siepi, filari e margini incolti di agroecosistemi, pur occupando superfici molto ridotte, sono dotati di elevata biodiversità: in particolar modo, la presenza dei ragni è favorita da questi habitat e a loro volta essi contribuiscono all'arricchimento della biodiversità (Zanaboni & Lorenzoni, 1989).

Quindi, al contrario di come purtroppo avviene il modello di conduzione agricola, sarebbe più corretto tutelare i margini dei coltivi e, se possibile, migliorarli dal punto di vista strutturale, per renderli più adatti ad ospitare organismi ausiliari (Boatman et al., 1989; Mansour et al., 1983).

Andare a misurare la quantità e la qualità degli agroecosistemi, assume un ruolo non più solo descrittivo, ma anche funzionale (Paoletti *et al.*, 1992). La sostenibilità di un'azienda allora, non dipenderà solo da parametri economici, ma anche da parametri costruiti sulla struttura della biodiversità. La promozione della biodiversità quindi va valutata anche alla scala dell'ecomosaico agricolo, quale importante fattore di incremento della diversità biologica.

Gli studi disponibili ad oggi spesso si riferiscono ai danni derivanti da biocidi di differente natura, all'importanza di alcuni fattori ambientali e alle modificazioni dell'araneofauna provocate da alterazioni di origine naturale, come un incendio. Invece, le metodologie di impiego dei ragni per la valutazione dello stato di conservazione ambientale, soprattutto in aree ecotonali, devono ancora essere ulteriormente affinate prima di poter essere applicabili ad un livello non sperimentale.

Di queste ricerche si sta occupando (con una serie di prelievi e con lo studio dei risultati in differenti aree italiane ed europee) un gruppo di lavoro presso il Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri dell'Università di Pavia.

La finalità principale è quella di portare avanti il progetto della banca dati dei ragni italiani per avere una maggiore conoscenza dei caratteri biologici ed ecologici necessari

all'interpretazione dei dati che progressivamente vengono raccolti nel corso di altre indagini simili.

### *3.3. Stress da accumulo di inquinanti in agricoltura*

Per quel che concerne l'uso dei ragni come bioindicatori di danni derivanti dalla presenza di sostanze biocide, gli esempi italiani sono piuttosto scarsi, anche se possono essere riferiti a un campionario sufficientemente ampio.

È stato infatti possibile, dall'esame e dallo studio di popolazioni araneiche in ambienti differenti, riconoscere l'impoverimento faunistico provocato da trattamenti (anche insetticidi) in meleti valtellinesi, l'influenza da molto scarsa a nulla dei normali trattamenti anticrittogamici in vigneti pavesi, rispetto all'importanza della presenza di vegetazione erbacea al piede delle viti, e la pesante influenza negativa, ancora a sette mesi di distanza, di uno sversamento di petrolio grezzo nei punti più prossimi al luogo dell'incidente.

Elaborando i dati ricavati da una campagna di trappolaggio in tre differenti meleti produttivi valtellinesi ne è risultata la dimostrazione della probabile forte influenza, oltre che della semplificazione ambientale, dei trattamenti eseguiti con biocidi: infatti, dal confronto con gli indici di comunità forniti da Nentwig (1993) per 68 aree centroeuropee, questi meleti si collocano tra i valori più bassi per l'indice di Shannon-Weaner, compreso tra 1,7 e 2,88 (contro 1,24 e 4,2) e in complesso nettamente al di sotto per l'indice di Evenness, compreso tra 0,22 e 0,38 (contro 0,37 e 0,94). Per completare il quadro con altri dati italiani, in coltivazioni legnose senza trattamenti insetticidi gli indici di Shannon-Weaner e di Evenness sono risultati rispettivamente 3,71 e 0,63 in un oliveto ligure, 3,32 e 0,78 in un oliveto dell'alto Lazio e 3,37 e 0,61 in un vigneto della pianura veronese.

Per valutare invece l'effetto dei trattamenti anticrittogamici sui ragni è stato eseguito un esame comparato di due vigneti posti alle prime pendici collinari dell'Oltrepò Pavese, limitrofi tra loro e gestiti in modo differente: l'uno con dieci trattamenti annui, concimazione delle viti e forte contenimento delle vegetazione erbacea, l'altro con gestione biologica e contenimento manuale delle erbe al piede delle viti. In questo caso le differenze di popolamento araneico sono risultate estremamente ridotte, e determinate con ogni probabilità soltanto dalla diversa ricchezza della vegetazione erbacea. A conclusioni simili è giunto uno studio eseguito su un campo da golf in Lombardia, con la scarsità di ragni derivante verosimilmente dalla facilità di cattura di questi esemplari da parte dei loro

predatori sulle erbe basse e uniformi, anziché dal forte impiego di diserbanti selettivi per la manutenzione del prato.

Di maggior interesse sono stati infine i dati derivanti dallo studio, a sette mesi dall'evento, in aree poste a differenti distanze dal punto di fuoriuscita di petrolio greggio da un pozzo situato in Piemonte. Infatti, pur considerando che la maggior parte dei ragni fosse in diapausa invernale al momento dell'incidente, era stato ipotizzato che la contaminazione potesse aver luogo secondo le seguenti modalità:

- penetrazione del petrolio nella lettiera e negli strati superficiali del terreno, dove sverna la quasi totalità dei ragni europei (circa l'85% secondo Foelix, 1982);
- copertura con conseguente blocco/riduzione degli scambi gassosi e/o penetrazione del petrolio e contaminazione interna delle sacche ovigere destinate alla schiusa primaverile (presente nel 7% circa delle specie europee secondo Foelix, 1982);
- penetrazione dei residui petroliferi dal substrato attraverso le zampe delle specie che non costruiscono apparati di cattura o che non distruggono/ricostruiscono in continuazione le tele, o loro trascinarsi operato dalla pioggia su di esse e ingestione, con la seta, da parte dei costruttori degli apparati di cattura più elaborati;
- intossicazione derivante dall'alimentazione con prede parzialmente contaminate, con possibili effetti di bioaccumulo delle porzioni più lentamente biodegradabili del petrolio.

Nell'area-campione più prossima al punto di sversamento (500 m di distanza) sono stati rinvenuti, con catture a vista, solo 3 esemplari della medesima specie, e nelle altre aree più prossime (650 e 750 m) tutti gli esemplari rinvenuti appartenevano a sole tre famiglie.

La presenza di una specie costruttrice di tele elaborate nell'area più prossima alla fonte di contaminazione può però dimostrare l'influenza da scarsa a nulla delle eventuali ricadute sull'apparato di cattura, che viene quotidianamente distrutto e ingerito per essere ricostruito.

Tali dati non sono stati comunque di facile interpretazione, contrariamente a quelli derivanti da un'indagine eseguita impiegando, nella medesima zona, trappole a caduta: passando infatti da una distanza di 2000 metri dal pozzo danneggiato a 6150 metri, il numero di esemplari è andato da 4 a 26, il numero di specie da 2 ad almeno 6, il numero di famiglie da 1 a 4 (Groppali, 1998).

### *3.4 Alterazioni e disturbo ambientali*

Lo studioso Riccardo Groppali, esperto aracnologo, ha condotto numerosi studi anche per quel che riguarda l'effetto del fuoco sull'araneofauna e le cui conseguenze sono state rapportate alla sua locale gravità in ambienti prativi e boscati dell'Appennino settentrionale, studiati a due anni di distanza dall'evento.

Sono state rinvenute numerose specie di ragni soprattutto nei boschi, in ambienti non danneggiati dalle fiamme. Invece, nei prati dotati di alte erbe non soggette al pascolo, il fuoco ha aiutato ad eliminare le porzioni di erbe secche più prossime al terreno che forse andavano anche ad intralciare gli spostamenti dei ragni non tessitori.

Groppali (1998) ritiene interessante anche l'impiego dei ragni nella valutazione dei fattori di disturbo ambientale, ad esempio l'effetto della persistenza di acque di piena dei fiumi sui popolamenti araneologici.

Esaminando i popolamenti araneici di spiagge fluviali sottoposte a differente regime idrico durante le esondazioni sono infatti state rilevate notevoli differenze: lungo i fiumi con acque di piena a lungo permanenti sulle spiagge (come il tratto intermedio del Po), la ricchezza e la varietà dell'araneofauna dipendono da ambiti ben conservati, dove i ragni possano trovare riparo durante le esondazioni; lungo i fiumi di regime idraulico differente (come l'Adda pianiziale), questo fattore risulta essere insignificante poiché le acque di piena sostano di solito piuttosto brevemente fuori dall'alveo di magra.

A risultati complessivamente simili è giunta un'indagine araneologica eseguita in Val Maggia (Canton Ticino).

### *3.5 Qualità ambientale*

Groppali (1998) segnala anche che sono ancor più numerosi i dati ricavabili dalle indagini ecologiche eseguite in ambienti naturali e naturaliformi, oltre che in differenti agroecosistemi.

Ciò può dimostrare quanto sia importante considerare gli studi araneologici nella valutazione della qualità ambientale e nella considerazione che la presenza e l'abbondanza di ragni nei coltivi, dipenda dalla vicinanza di differenti elementi di margine ( siepe, incolto inerbato).

A tale proposito è stata eseguita un'indagine riguardante i ragni catturati su piante di mais della Valpadana interna, situate presso siepi, margini incolti con vegetazione erbacea e al centro dei campi. È stato così possibile dimostrare come le piante con la massima presenza e varietà di ragni sono state quelle prossime a siepi, seguite da quelle presso margini inerbiti, in grado quindi anch'essi di fungere da veri e propri serbatoi biologici di questi predatori.

Si possono anche individuare, secondo Groppali (1998), alcuni elementi in grado di modificare profondamente le popolazioni araneiche. Ad esempio, la presenza di ventosità forte e costante è in grado di impoverire le stesse, in aree come gli ambienti costieri, particolarmente soggetti a tale fattore.

Ciò avviene ugualmente in zone soggette a incendi frequenti, oppure ad un "governo del bosco" non equilibrato. Per esempio sono state fatte raccolte araneiche in alcuni degli scarsi elementi ambientali situati al margine degli ampi coltivi del Foggiano, territorio soggetto a frequenti incendi e sottoposto a forte ventosità quasi costante, per farne una valutazione tramite il confronto con altri elementi simili, situati in altre parti d'Italia e in situazioni ambientali circostanti completamente differenti ( Groppali, 1998). In questo modo è stato possibile stabilire, per aree-campione sufficientemente simili, la seguente graduatoria per gli indici di Shannon-Weaver (H) e Evenness (J): siepone ceduo misto padano  $H=2,92$  e  $J=0,69$ , filare misto padano  $H=2,86$  e  $J=0,58$ , filare pugliese di olmi  $H=1,2$  e  $J=0,2$ . Invece confrontando, sempre con la medesima metodologia, l'araneofauna foggiana delle sponde del Cervaro con quella di altre aree-campione simili in Italia i valori ottenuti sono stati i seguenti: torrente presso il lago di Garda  $H=3,37$  e  $J=0,84$ , torrente dolomitico  $H=1,92$  e  $J=0,74$ , Cervaro  $H= 2,86$  e  $J=0,7$ , rio nell'Isola d'Elba  $H=2,36$  e  $J=0,6$ , fiume appenninico presso Urbino  $H=1,88$  e  $J=0,59$ .

In questo caso quindi la sufficiente estensione della vegetazione lineare lungo il Cervaro e la sua discreta varietà sembrano essere stati sufficienti a determinare (anche in presenza dei fattori negativi territoriali precedentemente esposti) un popolamento araneico abbastanza ricco ed equilibrato ( Groppali, 1998).

In conclusione, secondo lo studioso, le indagini riguardanti i ragni possono essere validamente adottate, stabilendo una metodologia standardizzabile, per fare valutazioni negli ambienti naturali, naturaliformi e in alcune tipologie di agroecosistemi.

## CAPITOLO 4

### STRUMENTI E METODI DI RILEVAMENTO DEGLI ARANEIDI

#### *4.1 Tecniche di rilevamento e limiti d'indagine*

Per quanto riguarda le tecniche utilizzate per la cattura, ve ne sono diverse e ciascuna richiede una certa preparazione che varia a seconda del tipo di tecnica impiegata. Molto facile è ad esempio l'utilizzo del retino da sfalcio (una volta imparato il movimento corretto da imprimere all'attrezzo); invece il vaglio della lettiera richiede semplicemente una buona dose di pazienza e un'attenta osservazione dei materiali per individuare i ragni, spesso assai piccoli; infine, l'impiego delle trappole a caduta necessita soltanto di una ridotta quantità di nozioni riguardanti il corretto posizionamento degli strumenti di cattura.

In genere, il lasso di tempo che permette di ottenere risultati sufficientemente dettagliati è molto ampio, infatti si va dalla tarda primavera all'inizio dell'autunno: è necessario disporre del maggior numero possibile di esemplari determinabili (quindi adulti) così da spaziare a sufficienza nelle stagioni calde dell'anno. “Sotto questo aspetto però, soprattutto per ricavare dati ambientali, può essere opportuno ripetere per almeno due volte, nel corso del medesimo anno, i campionamenti”

( Groppali R., 1998). Le aree-campione vanno valutate nel sito stesso e di questo vanno rilevate tutte le caratteristiche potenzialmente in grado di modificarne le popolazioni araneiche.

La letteratura disponibile dimostra che gli indici ecologici più facilmente utilizzabili e adottati quasi sempre dai differenti Autori, sono quelli riguardanti diversità (Shannon-Wiener) ed equiripartizione (Evenness): per esempio Nentwig (1993), dallo studio di 68 differenti comunità araneiche dell'Europa centrale, quantifica l'indice di diversità come compreso tra 1,24 e 4,2 e quello di equiripartizione tra 0,37 e 0,94.

Tuttavia, come si evince da alcuni studi effettuati dal ricercatore Riccardo Groppali (1998), ancora oggi risulta difficoltosa l'indagine in campo aracnologico.

Infatti, molto spesso risulta necessaria la conoscenza, da parte dell'addetto al campionamento, dei punti preferiti di stazionamento e di rifugio dei ragni; “è necessario

che conosca le loro modalità di movimento e di posizionamento, le forme di mimesi e mimetismo, le difese adottate contro la cattura: in pratica è necessaria una discreta esperienza per operare validamente i prelievi in natura” (Groppali R., 1998).

Ciò risulta, in effetti, indispensabile nel caso della raccolta a vista in ambienti vegetati, mentre in ambienti privi di copertura può anche essere sufficiente una minor esperienza, cui deve però supplire una discreta destrezza.

Purtroppo, la scarsa conoscenza della biologia ed ecologia delle specie di ragni italiani rappresenta uno dei fattori che limitano maggiormente l’interpretazione dei risultati ottenuti; in Svizzera questo problema è stato fortemente limitato dalla disponibilità di un valido manuale (Maurer *et al.*, 1990).

Per questo motivo il Laboratorio di Ecologia degli Invertebrati del Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti terrestri dell’Università di Pavia, sta allestendo la prima banca dati dei ragni italiani su supporto informatico.

Le fonti bibliografiche parlano anche della necessità di una più approfondita conoscenza della storia naturale recente dell’ambiente di studio, riferita per esempio a eventuali contaminazioni, a frequenza e persistenza delle esondazioni, alla frequenza degli incendi e a eccessi di pascolo, così da rendere più chiara l’interpretazione dei dati; nel caso però di alterazioni non derivanti dalla presenza di sostanze chimiche, è possibile riconoscere la loro portata ecologica esaminando alcune caratteristiche ambientali, come la vegetazione dominante in aree con incendi frequenti o soggette a pascolo eccessivo.

#### *4.2 Stato delle ricerche e potenzialità*

Per quanto riguarda le possibilità di impiego dei ragni come bioindicatori, sono stati finora effettuati studi comparativi limitatamente ad alcuni agroecosistemi e all’influenza dei loro margini (Alderweireldt, 1989; Dennis *et al.*, 1992; Groppali *et al.*, 1994; Kromp *et al.*, 1992; Nazzi *et al.*, 1989), alle conseguenze di un incendio in ambiente appenninico e di uno sversamento di petrolio.

Inoltre è in corso l’arricchimento di una banca dati riguardante i ragni italiani, le cui specie sono state rinvenute in circa 30 territori distribuiti in gran parte d’Italia, studiati per mezzo di raccolte in oltre 200 aree-campione differenti, tutte descritte in modo dettagliato e finalizzato agli scopi della ricerca.



Per quanto riguarda gli studi eseguiti in altri paesi, in Europa sono disponibili alcune indagini di grande valore, riguardanti soprattutto l'araneofauna di agroecosistemi gestiti in modo differente e, in parte minore, i riflessi di alterazioni ambientali come gli incendi in ambienti forestali. Valutando infatti l'importanza delle pratiche agricole, uno studio eseguito in Olanda per sei anni consecutivi su 6 differenti colture (condotte in modo normale, con tecniche integrate oppure esclusivamente organiche) ha dimostrato la massima importanza del tipo di coltivazione nel determinare abbondanza e varietà delle popolazioni araneiche, anziché l'impiego e le quantità di prodotti chimici, oltre al riconfermato valore degli elementi di margine delle colture (Booij *et al.*, 1992).

Invece i ragni che vivono sulla superficie del terreno di boschi colpiti da incendi, subiscono riduzioni numeriche comprese tra 9 e 31% rispetto alle aree non percorse dalle fiamme (Ahlgren, 1974). Una possibile complicazione nell'interpretazione dei dati può però derivare dalla dimostrazione che in ambienti di prateria nordamericani, tutte le specie di ragni sono associate in modo significativo alla fisionomia delle essenze che li costituiscono: gli incendi quindi potrebbero andare a modificare la composizione e la struttura dell'ambiente ospite e quindi interessare l'araneofauna anche in modo indiretto.

La bibliografia inoltre segnala che in futuro gli studi concernenti il possibile impiego dei ragni come bioindicatori, saranno incentrati soprattutto sulla valutazione della qualità ambientale, in particolare degli elementi ecotonali e degli agroecosistemi.

Risulta infatti evidente che lungo margini ben conservati di ambienti poco alterati si può riscontrare un'elevata quantità di individui e specie differenti di ragni, come in alcune zone dei coltivi gestiti secondo modalità sufficientemente ecocompatibili.

Attualmente si stanno studiando diverse possibilità di lettura dei dati di campagna, che verranno a breve collaudate in ambienti individuati come sperimentalmente accettabili.

Per quanto riguarda invece l'applicazione delle varie metodologie di raccolta e l'interpretazione dei dati derivanti, è necessario completare in modo più soddisfacente la banca dati, che permetterà una più valida interpretazione degli elementi raccolti in natura, ovviamente dopo la corretta determinazione degli esemplari.

### 4.3 “ *I ragni costruttori di tela nella valutazione della qualità ambientale: un esempio di applicazione*” ( M. Isaia *et al.*, 2004).

Il lavoro di Isaia *et al.*, presentato di seguito, riporta i risultati di una prima applicazione alla valutazione della qualità ambientale, in particolare negli agroecosistemi dei vigneti.

Inoltre viene dimostrata l'applicabilità della tesi di Groppali (2000), secondo il quale debbano essere impiegate le tele come indicatore di biodiversità negli agroecosistemi.

I vigneti considerati sono cinque e sono localizzati nella Langa Astigiana (comuni di Canelli, Costigliole d'Asti e Cassinasco); essi sono caratterizzati dallo stesso tipo di coltura viticola (uva Barbera) ma gestiti diversamente. Le tipologie di gestione sono ordinabili secondo un ipotetico gradiente di impatto ambientale.

I cinque vigneti vengono qui di seguito elencati con le sigle utilizzate dagli Autori nel testo e nei grafici:

- Vigneto di Bricco Bosetti (BOSBIO): sito a quota 338 m s.l.m., esposizione E. Il vigneto è inerbito e trattato per la produzione biologica da 12 anni. I trattamenti, che prevedono l'uso di un curativo biologico per la peronospora unito a zolfo bagnabile, iniziano a partire dal primo segnale di infezione e si ripetono ogni 8-10 giorni. Il vigneto è sottoposto anche a esperimenti di agricoltura biodinamica utilizzando, in associazione ai trattamenti sopra descritti, prodotti omeopatici con lo scopo di rinforzare la pianta. Il trattamento obbligatorio contro il vettore della “flavescenza dorata” viene effettuato con altre sostanze omeopatiche che, a detta dei proprietari, forniscono ottimi risultati;
- Vigneto di Canelli biologico (CANBIO): quota 255 m s.l.m., esposizione N. Trinciatura e fresatura vengono alternate negli interfilari; contro l'oidio viene impiegato lo zolfo e si utilizza solfato di rame e calce (poltiglia bordolese) contro la peronospora. Non si fa uso di concimi chimici, antimarciumi e antimuffe. Contro *Scaphoideus titanus*, vettore delle flavescenze, si utilizza il piretro;
- Vigneto di Costigliole biologico (COSBIO): quota 315 m s.l.m., esposizione E. Gli interfilari vengono trinciati mentre l'erba al piede della vite viene mantenuta. Impiego limitato di zinco, zolfo e solfato di rame;
- Vigneto di Costigliole diserbato (COSDIS): quota 315 m s.l.m., esposizione S. Gli interfilari vengono trinciati, si diserba alla base della vite e si impiegano zolfo e solfato

di rame;

- Vigneto di Canelli diserbato (CANDIS): quota 255 m s.l.m., esposizione NE. Gli interfilari vengono regolarmente fresati e vengono utilizzati prodotti contro le erbe infestanti. Tra i prodotti utilizzati nella cura del vigneto compaiono zolfo, rame e zinco, solfato di rame in cristalli, diserbanti contro le graminacee infestanti e insetticidi contro la flavescenza.

I vigneti di Costigliole d'Asti (COSBIO e COSDIS) sono delimitati da una strada comunale ( non c'è margine) e sono contigui.

I vigneti di Canelli (CANBIO e CANDIS) sono invece separati da un margine alberato (prevalentemente Robinia pseudoacacia) e da un passaggio sterrato per uso agricolo; confinano anch' essi con una strada, alcune abitazioni e altri vigneti.

Il vigneto di Bricco Bosetti nel Comune di Cassinasco (BOSBIO) confina a Nord e Sud con terreni boscati con prevalenza di Robinia pseudoacacia e Quercus pubescens. Lungo i margini est e ovest vi è un terreno incolto ed una strada comunale poco frequentata.

Come indicato da Canard (1981) e da Groppali (2000), l'area ottimale per un campionamento rappresentativo del popolamento araneico è di circa  $9 \text{ m}^2$ .

L'area viene scelta al centro del vigneto e una volta delimitata si compila una scheda di campo annotando la presenza di tele a diversi livelli (fig. 1) e le caratteristiche ambientali del vigneto in cui si svolge il campionamento (esposizione, quota, inerbimento, stato generale delle viti e del filare, presenza di pali in legno o in cemento).

Le tipologie di tele riscontrate nei vigneti oggetto dell'indagine appartengono a 9 delle 14 famiglie di ragni tessitori segnalate in Italia: Agelenidae, Amaurobiidae, Araneidae, Dytinidae, Linyphiidae, Metidae, Theridiidae, Theridiosomatidae, Tetragnathidae.

Prendendo spunto dai lavori di Jones- Walters [1974] e Roberts [1995], gli Autori hanno elaborato “una pratica chiave dicotomica da utilizzare direttamente in campo”.

Infatti la raccolta dei dati ha previsto una particolare attenzione alla localizzazione delle tele nell'area campione, annotando la presenza delle diverse tipologie nei diversi comparti considerati (fig. 1). I comparti che sono stati scelti sono i seguenti (Fig. 1 ):

- “la superficie del suolo (S), ponendo particolare attenzione alle zolle di terra e al piede delle viti;
- lo strato erbaceo (E), esaminando gli steli, i fiori, le foglie del manto erboso presente ad altezze variabili negli interfilari e tra le viti;

- i primi 40 centimetri di altezza della vite (C1);
- tra 40 e 100 centimetri di altezza della vite (C2);
- oltre 100 centimetri di altezza della vite (C3)”.

Dei comparti C1, C2 e C3 sono esaminate le foglie, i tralci, i grappoli o i fiori eventualmente presenti, i pali e i fili di sostegno della vite.

Nel corso di un anno sono stati effettuati diversi campionamenti: ovvero 12 in 4 vigneti nell’ottobre 2002, 10 campionamenti in 5 vigneti nel maggio 2003, 10 campionamenti in 5 vigneti nel giugno 2003 e nel luglio 2003) (tab. 1). Vista la completa assenza di tele, il periodo invernale non è stato considerato.

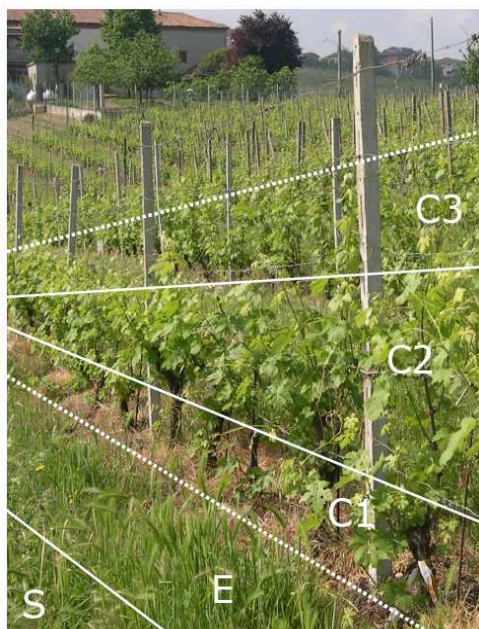


Figura 1 – I comparti dell’interfilare, scelti per il campionamento delle tele ( Fonte: tesi di laurea di E. Bosca, 2003).

“Sono state censite in totale 1396 tele. La densità media totale delle tele censite è risultata di  $4,8 \text{ tele/m}^2$  con un picco autunnale di 11,9 (CANBIO autunnale) ed un minimo estivo di 1,5 (CANDIS e COSDIS estivo), escludendo il periodo invernale in cui non si sono osservate tele” (tab. 1).

La fig. 2 fornisce un quadro dell’andamento stagionale della densità delle tele, e della diversità a livello di famiglia nelle tre stagioni considerate.

E’ stata condotta inoltre un’analisi sulla distribuzione delle tele nei diversi comparti campionati. I risultati sono mostrati in tab. 2.

Le famiglie rinvenute ed il relativo numero di tele censite sono riportate nella tabella 3 (totale).

		Primavera	Estate	Autunno	Totale	Densità media totale (tele/m <sup>2</sup> )
BOSBIO*	N° tele	32	40		72	2
	Area campionata (m2)	9x2	9x2			
	Densità (tele/m2)	1,7	2,2			
CANBIO	N° tele	61	88	323	472	7,5
	Area campionata (m2)	9x2	9x2	9x3		
	Densità (tele/m2)	3,3	4,9	11,9		
COSBIO	N° tele	38	30	318	386	6,1
	Area campionata (m2)	9x2	9x2	9x3		
	Densità (tele/m2)	2,1	1,6	11,7		
COSDIS	N° tele	47	28	157	232	3,6
	Area campionata (m2)	9x2	9x2	9x3		
	Densità (tele/m2)	2,6	1,5	5,8		
CANDIS	N° tele	28	28	178	234	3,7
	Area campionata (m2)	9x2	9x2	9x3		
	Densità (tele/m2)	1,5	1,5	6,6		

Tabella 1 – Risultati del campionamento. Abbondanza e densità delle tele raggruppati per stagione e per vigneto, ( Fonte: articolo “ I ragni costruttori di tela nella valutazione della qualità ambientale: un esempio di applicazione”, M.Isaia *et al.*, 2004).

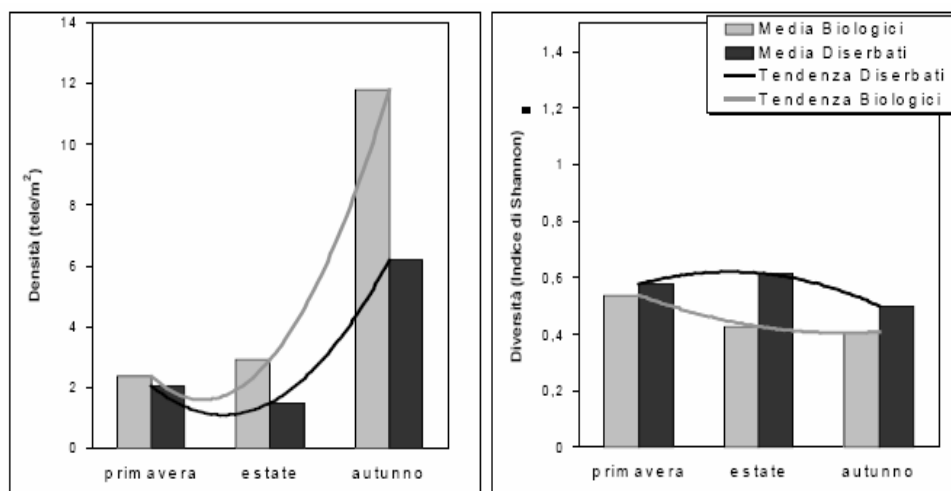


Figura 2 – Variazioni stagionali della densità media e della diversità delle tele ( indice di Shannon) nei vigneti biologici ( BOSBIO, CANBIO, COSBIO) e nei diserbati ( CANDIS, COSDIS), ( Fonte: articolo “ I ragni costruttori di tela nella valutazione della qualità ambientale: un esempio di applicazione”, M.Isaia *et al.*, 2004).

		BOSBIO	CANBIO	COSBIO	COSDIS	CANDIS
Primavera	S	0,33	0,16	<b>0,50</b>	<b>0,45</b>	<b>0,79</b>
	E	<b>0,40</b>	<b>0,61</b>	0,37	<b>0,45</b>	0,07
	C3	0,18	0,07	0,03	0,02	0,07
	C2	0,08	0,08	0,00	0,02	0,04
	C1	0,03	0,08	0,11	0,06	0,04
Estate	S	0,10	0,00	<b>0,57</b>	<b>0,26</b>	<b>0,32</b>
	E	<b>0,43</b>	0,24	0,13	0,03	0,00
	C3	0,08	0,25	0,10	<b>0,26</b>	0,25
	C2	0,28	<b>0,39</b>	0,13	<b>0,26</b>	0,11
	C1	0,13	0,13	0,07	0,19	<b>0,32</b>
Autunno	S		0,00	0,02	0,02	0,06
	E		<b>0,33</b>	<b>0,45</b>	0,19	0,10
	C3		0,25	0,25	<b>0,43</b>	0,24
	C2		0,26	0,14	0,17	0,29
	C1		0,16	0,15	0,19	<b>0,31</b>

Tabella 2 – Frequenze ( 0-1) delle tele registrate nei diversi strati campionati. In grassetto i valori più alti riscontrati nei diversi vigneti e nelle diverse stagioni, ( Fonte: articolo “ I ragni costruttori di tela nella valutazione della qualità ambientale: un esempio di applicazione”, M.Isaia et al., 2004).

FAMIGLIA	BOS BIO	CAN BIO	COST BIO	COST DIS	CAN DIS
Agelenidae	9	12	42	45	46
Amaurobiidae	0	1	0	0	1
Araneidae	27	35	36	11	19
Dictynidae	10	86	155	114	70
Linyphiidae	26	337	150	55	89
Metidae	0	0	0	2	2
Tetragnathidae.	0	1	1	0	2
Theridiidae	0	0	2	3	1
Theridiosomatidae	0	0	0	2	4

Tabella 3 – Dati raggruppati per famiglie ( totale di tele censite per vigneto), ( Fonte: articolo “ I ragni costruttori di tela nella valutazione della qualità ambientale: un esempio di applicazione”, M.Isaia et al., 2004).

In tabella 1 è evidente come la stagione in cui è stata registrata la densità maggiore di tele è l'autunno, in concomitanza con il massimo di attività dei ragni tessitori.

Nei vigneti biologici si registrano valori medi di densità (tab. 1) più elevati CANBIO (11,9) e COSBIO (11,7); il valore basso di densità registrata in BOSBIO è spiegabile con la mancanza del dato autunnale. L'andamento annuale delle densità (fig. 2, tab. 1) si presenta simile nei diversi vigneti, ma il dato quantitativo è maggiore nei vigneti biologici (472 e 386 tele censite rispettivamente in CANBIO e COSBIO contro 232 e 234 in CANDIS e COSDIS).

La specie con più tele censite è *Frontinellina frutetorum* (C.L. KOCH, 1834) (Linyphiidae), fortemente dominante nei vigneti biologici.

La dominanza di questa specie mantiene basso il valore di diversità delle famiglie di tessitori dei vigneti biologici (fig.2) soprattutto in estate. La mancanza di una copertura erbacea nell'interfilare e la scarsa quantità di tele in questo periodo contribuiscono invece ad innalzare l'indice di diversità nei vigneti diserbati.

L'analisi condotta applicando gli indici di similarità di Jaccard (qualitativo) e Bray- Curtis (quali- quantitativo) mostra nettamente come le pratiche gestionali contribuiscano a creare evidenti differenze nel popolamento araneico dei vigneti presi in considerazione.

La presenza di uno strato erbaceo per la maggior parte dell'anno sembra essere la principale causa di tali differenze.

L'andamento delle frequenze nei diversi strati conferisce un importante ruolo allo strato E (l'interfilare) che va a costituire una vera e propria "riserva" di predatori naturali per il vigneto. Si nota infatti come l'assenza (o la presenza comunque fortemente ridotta) di uno strato erbaceo nei vigneti diserbati comporti una caduta della frequenza delle tele in questo comparto a favore della colonizzazione del suolo, decisamente meno ricco di validi punti di attacco per le tele (Reichert e Gillespie, 1986). Le frequenze delle tele nello strato E dei vigneti biologici appaiono mediamente alte in tutto l'anno dimostrando quindi che l'interfilare non diserbato costituisce sempre un buon microhabitat (ovvero una buona fonte di punti di attacco per le tele) per i ragni tessitori. Nei vigneti sottoposti a diserbo, in alcuni periodi dell'anno lo strato erbaceo sparisce completamente (ad esempio in estate), per cui, con la forte riduzione dei ragni, si perde una potenziale difesa naturale contro gli insetti dannosi.

Appare dunque notevole l'importanza della presenza di un comparto interfilare inerbito, quale riserva di controllori naturali degli agroecosistemi.

## CAPITOLO 5

### ABSTRACT DEI LAVORI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

#### *5.1 Abstract lavori sugli Araneidi*

- **“I Ragni costruttori di tela nella valutazione della qualità ambientale: un esempio di applicazione”** ( M. Isaia, G. Badino, F. Bona, E. Bosca, 2004), in: Casagrandi, R. & Melià, P. (Eds.) Ecologia. Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Como, 8-10 settembre 2003). Aracne, Roma, pagg. 61-66.

Diffusi ed abbondanti in tutti gli ecosistemi terrestri, i ragni utilizzano diverse tecniche di predazione, dalla caccia diretta all'impiego di apparati di cattura (le tele) più o meno complessi. L'utilizzo dei ragni in indagini di tipo ecologico è reso molto difficile dalla presenza in Italia di oltre 1400 specie la cui determinazione è nella maggior parte dei casi molto complessa. Da questi presupposti nasce l'idea di utilizzare le tele, facilmente individuabili e riconducibili alle diverse famiglie di ragni tessitori, come indicatori della presenza, della diversità e dell'abbondanza dei ragni negli agroecosistemi.

Il lavoro qui presentato costituisce una prima indagine sull'uso delle tele, in particolare come indicatori della qualità ambientale dell'agroecosistema vigneto. Si sono effettuati campionamenti

autunnali, primaverili ed estivi su aree campione di 9 m<sup>2</sup> in cinque diversi vigneti della Langa Astigiana (AT) gestiti con tecniche colturali differenti ordinabili secondo un ipotetico gradiente di impatto ambientale. A seconda delle tecniche di gestione si sono evidenziate interessanti differenze quantitative e qualitative a livello dell'araneofauna. I dati ottenuti presentano una forte correlazione con la presenza nell'interfilare di uno strato erbaceo non trattato e con il ridotto utilizzo sulla vite di prodotti fitosanitari. Per la facilità di applicazione, visti i risultati ottenuti, il metodo appare un valido strumento per valutare la qualità ambientale degli agroecosistemi viticoli.



- **“Ritmo circadiano di ragni (Aracnidi: Araneae) in popolamenti erbacei della valle Padana centrale”** ( R. Groppali, M. Baiocchi, P. Lucchini, C. Pesarini, 1998), in “Pianura” n.10, pagg. 27-41.

Per la prima volta in Italia vengono esaminate le presenze diurne e notturne dei Ragni nello strato medio-alto delle erbe di due differenti aree nella valle Padana centrale.

Vengono così individuati gli spostamenti altitudinali nello strato erbaceo, dipendenti dal ritmo circadiano, di almeno 26 specie.

- **“Note su alcuni ragni (Arachnida, Araneae) del Parco Naturale del Monte Avic ( Valle d’Aosta) e sulla loro distribuzione altimetrica”** ( M. Isaia, 2000), Torino, Rev. Valdotaine Hist. Nat. 54, pagg. 107-117.

Nell’agosto 2000 sono stati raccolti 63 ragni riconducibili a 30 specie, 23 generi e 11 famiglie, ad un’altitudine compresa tra i 1350 m e i 3006 m s.l.m., all’interna dell’area del Parco Naturale del Monte Avic.

Sono state trovate 11 specie nuove in Valle d’Aosta. I dati biologici ed ecologici degli individui adulti sono stati elaborati, invece i dati sulla distribuzione altimetrica sono ancora oggetto di discussione.

## 5.2 Abstract lavori sui Lepidotteri

- **“Nuovi dati sulla distribuzione in Toscana meridionale ed insulare di alcuni Lepidotteri diurni (Hesperoidea, Papilionoidea) rari o poco noti”** (L. Favilli, S. Piazzini, G. Manganelli, 2003), Atti soc. tosc. Sci. nat., Mem. Serie B, 110, pagg. 25-29.

Nel corso delle ricerche faunistiche effettuate nell’ambito di alcuni progetti di interesse gestionale e conservazionistico, attivati in Toscana negli ultimi anni (Bioitaly Toscana; Repertorio Naturalistico Toscano; Piani di gestione di Riserve Naturali; Progetti LIFE-NATURA; Progetti LEADER, ecc.), sono stati raccolti nuovi dati sulla distribuzione di alcuni lepidotteri diurni rari o poco noti (*Heteropterus morpheus*, *Zerinthia polyxena*,

*Argynnis pandora*, *Brenthis hecate*, *Charaxes jasius*, *Apatura ilia*, *Hipparchia aristeus*, *Hipparchia neomiris*, *Polyommatus hispanus*, *Cacyreus marshalli*, *Maculinea arion*, *Chazara briseis*, *Melanargia arge* e *Coenonympha elbana*). Alcuni di questi reperti costituiscono la prima segnalazione (*Argynnis pandora*), oppure la segnalazione più meridionale (*Maculinea arion*, *Brenthis hecate*, *Apatura ilia* e *Chazara briseis*) per la Toscana continentale.

- **I Macrolepidotteri notturni del Basso corso della fiumara del Trionto (Calabria, Italia Meridionale (Lepidoptera))** ( S. Scalercio & M. Infusino, 2006), in Quad. Staz. Ecol. civ. Mus. St. nat. Ferrara, pagg. 181-204, ISSN 0394-5782.

Molto poco si conosce sui lepidotteri delle fiumare, una peculiarità geomorfologia del versante ionico calabrese, Italia meridionale. Questa ricerca, svoltasi da marzo 1999 a marzo 2001, è un contributo alla conoscenza dei macrolepidotteri notturni che popolano il basso corso della Fiumara del Trionto (CS). Per la raccolta degli esemplari è stata utilizzata una lampada da 160 W a luce miscelata tenuta accesa davanti ad un telo bianco. Sono stati compiuti 48 campionamenti di quattro ore ciascuno a partire dal tramonto. Sono stati catturati 4.623 individui appartenenti a 207 specie, tra le quali *Cilix hispanica*, *Pseudozarba bipartita*, *Metachrostis velox*, *Protoschinia scutosa*, *Cosmia diffinis* e *Agrochola blidaensis* risultano segnalate per la prima volta in Calabria. Inoltre, il basso corso della Fiumara del Trionto è l'unica stazione continentale certa per *Calamodes subscudularia* e una delle pochissime stazioni meridionali di *Aplasta ononaria*. Le specie più abbondanti sono state *Clytie illunaris* ( $n = 455$ ), *Agrotis puta* ( $n = 413$ ), *Spodoptera exigua* ( $n = 341$ ) e *Eublemma pulchralis* ( $n = 265$ ), alle quali seguono numerose altre specie mediterranee.

Le specie legate troficamente alla vegetazione del sito sono state particolarmente numerose (ad es.: *C. illunaris*, *E. pulchralis*, *Microloxia herbaria*, *Amephana aurita*). La fenologia della comunità è caratterizzata da due picchi che precedono e seguono la stagione arida estiva. Il carattere estremo dell'ambiente di fiumara ha favorito l'instaurarsi di una comunità molto peculiare, con caratteristiche finora uniche nel panorama faunistico italiano.

- **“Segnalazione di alcune specie di macrolepidotteri (Lepidoptera) nuovi per il Parco della Valle del Ticino”** ( G. D’Amico, 2005), Pavia, in “Pianura” n. 19, pagg. 149-154.

Nel corso delle ricerche entomologiche nelle province di Pavia e Novara l’Autore ha raccolto diverso materiale di interesse relativo a Lepidotteri Ropaloceri (Lepidoptera Papilionoidea, Hesperioidea) ed Eteroceri (Lepidoptera Heterocera). In particolare si segnala, per la prima volta, la presenza di ben 12 specie nuove per il territorio del Parco della Valle del Ticino, poiché non incluse nei relativi elenchi sistematici di più recente pubblicazione (Balestrazzi, 2002; Marinane, 2002).

Per ciascun taxon segnalato vengono riportati nell’ordine:

- inquadramento sistematico: specie (ordine, superfamiglia, famiglia);
  - riferimento nomenclaturale: citazione bibliografica della pubblicazione in base alla quale viene interpretato il taxon;
  - riferimento nomenclaturale: citazione bibliografica della pubblicazione in base alla quale viene interpretato il taxon;
  - reperti: località (con una sintetica descrizione dell’habitat di raccolta e osservazioni di campagna), data di raccolta, numero di esemplari raccolti, raccogliitore, determinatore/i, collezione in cui sono conservati gli esemplari;
  - distribuzione in Italia;
  - stato di minaccia;
  - osservazioni complementari.
- **“Bioindicatori nell’agroecosistema”** (R. Quadretti, 2005), inserto del Centro Ricerche Produzioni Vegetali, Cesena, maggio.

I Lepidotteri diurni sono utilizzati spesso come indicatori ambientali perché strettamente correlati alle caratteristiche di un determinato ambiente ( ad esempio esposizione, umidità, vegetazione ecc.) e notevolmente sensibili ai fattori di disturbo causati dall’uomo.

Le farfalle diurne sono state utilizzate in molti studi effettuati in ambienti forestale e all'interno di aree protette, ed anche in ambienti tropicali, ma in numero assai minore di ricerche in ambienti rurali ( agroecosistemi).

L'importanza dei Lepidotteri diurni è principalmente di tipo ambientale-naturalistico: molte specie, un tempo comuni nelle campagne, sono ormai da considerarsi rare o in diminuzione negli agroecosistemi di pianura, a causa della rarefazione degli habitat a loro congeniali e della gestione non ottimale degli spazi coltivati e non coltivati.

La raccolta dei dati nella ricerca è stata effettuata mediante campionamenti con retino entomologico effettuati su percorsi standard, rilasciando ad ogni campionamento gli individui catturati.

### *5.3 Abstract lavori sugli Odonati*

- **“Indicator taxa for the conservation of pond invertebrate diversity”** (R.A. Briers & J. Biggs, 2003), UK, in “Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems” n. 13, pagg. 323-330, 6 march.
- **“Taxa indicatori per la conservazione della biodiversità degli invertebrati negli ambienti lentic”** ( R.A. Briers & J. Biggs, 2003), UK, in “Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems” n. 13, pagg. 323-330, 6 march.
- ✓ I laghi rappresentano una preziosa risorsa per la conservazione della biodiversità nelle acque dolci, ma sono spesso numerosi i limiti in una determinata area.
- ✓ L'uso di determinate specie come indicatori di biodiversità per altre specie, forse fornisce un solo metodo per approvare l'efficienza di questo tipo di studio. Comunque, molti indicatori sono poco frequenti nei sistemi delle acque dolci.
- ✓ Per questo lavoro è stato utilizzato un data set che riporta i ritrovamenti di taxa di macroinvertebrati nei laghi di Oxfordshire, UK, per accertarsi dei limiti di variazione entro cui vivono certi taxa rispetto ad altri.
- ✓ E' stato dimostrato che i Coenagriidae (Odonata) e i Limnephilidae (Trichoptera) influiscono sulla variazione nella ricchezza in specie, in modo più considerevole rispetto ad altri taxa indicatori.

- ✓ Nei siti scelti in base solo alla presenza di almeno uno degli indicatori sopra citati, è stata riscontrata la presenza di oltre il 95% delle specie presenti in altre aree.
- ✓ Sarebbero comunque necessarie altre indagini in regioni geografiche differenti per stabilire la sussistenza di queste relazioni.

- **“Habitat characteristics and odonate diversity in mountain ponds of central Italy”**(G. Carchini, 2005), in “ Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems”, vol. 15, issue 6, pages 573 - 581.
- **“Habitat caratteristici e diversità degli odonati nei laghi di montagna dell'Italia centrale”**(G. Carchini, 2005), in “ Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems”, vol. 15, issue 6, pages 573 - 581.

- 1) In Italia centrale gli stagni di montagna rappresentano un importante habitat per la conservazione delle libellule; comunque, i disturbi umani di questi fragili ambienti stanno minacciando la stabilità della loro biodiversità.
- 2) Trentuno stagni, varianti in altitudine da 1014 a 2004 metri, sono stati qualitativamente campionati due volte, per larve di odonati, durante il 1998. In ciascuna occasione un intervallo di variabili fisiche, chimiche, e biotiche di habitat sono state anche misurate.
- 3) Gli stagni di montagna campionati hanno presentato minori specie di odonati rispetto agli stagni ad altitudine più bassa, e vi era una larga presenza di specie pioniere.
- 4) L’analisi a regressione multipla ha mostrato che il numero delle specie di odonati era positivamente influenzato dalla quantità di copertura di macrofite della superficie dello stagno e influenzata negativamente dalla crescente concentrazione di ammonio.
- 5) Un’Analisi di tipo multivariato ha rivelato che il numero di specie è decrementato con l’altitudine, clorofilla *a* e concentrazioni di fosforo. La presenza/assenza di ciascuna specie di odonata era stata debolmente messa in relazione con le variabili di habitat.
- 6) L’uso intensivo degli stagni per l’abbeveraggio del bestiame produce danno alla vegetazione periferica, che tende a causare alta torpidità e più bassa copertura a macrofite dell’acqua dello stagno. L’inevitabile risultato in queste situazioni è una riduzione della diversità degli odonati.

- **“Libellule: indagine sullo stato attuale e piano d’azione per la conservazione”** (IUCN, 1997), in: [IUCN/SSC Action Plans for the Conservation of Biological Diversity](#), [Moore, Norman W., ed.](#).

Le libellule, queste belle e colorate creature che possono spesso essere viste librarsi sull’acqua, risalgono ad un’era precedente quella dei dinosauri. Oggi, circa 5000 specie sono state descritte e molte ancora aspettano di essere scoperte e descritte. Il valore delle libellule risiede nella loro bellezza e nei colori distintivi che le rendono soggetti di valore per la ricerca sul comportamento degli insetti, sia per l’ecologia che per l’arte; il fatto che le loro larve sono acquatiche fa di esse un buon indicatore di qualità dell’acqua; e poiché esse sono predatrici, esse sono particolarmente utili nel controllo degli insetti che trasmettono malattie all’uomo. Comunque, la maggior parte di specie di libellule vivono nei tropici e in particolare nelle foreste piovose. La rapida distruzione del loro habitat pertanto pone una diretta minaccia alla loro sopravvivenza, rendendo urgente la loro conservazione. Questo piano d’azione intende osservare le minacce per le libellule, propone alcune soluzioni per la loro conservazione ed elabora strategie per la sua implementazione.

- **“Identification of dragonflies (Odonata) as indicators of general species richness in boreal forest lakes”** (G. Sahlén & K. Ekestubbe, 2001), in “Biodiversity and Conservation” n. 10, pagg. 673-690.
- **“Riconoscimento delle libellule (Odonata) come indicatori di ricchezza in specie nei laghi della foresta boreale”** (G. Sahlén & K. Ekestubbe, 2001), in “Biodiversity and Conservation” n. 10, pagg. 673-690.

Gli autori Sahlen G. e Ekestubbe K. hanno utilizzato per questa indagine dati empirici per non essere influenzati da opinioni personali. Per sperimentare il processo di selezione empirica basato sull'utilizzo di matrici per l'analisi multivariata dei dati, essi hanno campionato larve di libellule in 74 piccoli laghi della Svezia centrale. L'analisi multivariata è stata condotta utilizzando il programma *Minitab* (1996), mettendo in relazione diversi fattori (es. Temperatura con specie indicatrici di biodiversità, specie appartenenti a gruppi tassonomici diversi ecc..). Per questa analisi sono state selezionate

inizialmente 11 specie di libellule ritenute potenziali indicatori di biodiversità. Queste sono state messe in relazione con specie appartenenti a gruppi tassonomici totalmente differenti e riconosciute come indicatrici della qualità dell'acqua (rane di lago) e con specie vegetali presenti nelle aree di campionamento, attraverso inventari e confronti tra indagini già esistenti sulla “qualità biologica” delle stesse aree (ad esempio laghi “rich” rispetto a laghi “ordinary”). L'analisi ha portato a due risultati:

1) non c'è una forte correlazione tra la presenza o assenza delle rane di lago e il numero di libellule presenti. Infatti queste rane non sono indicatrici di ricchezza in specie ma solo della qualità e della temperatura dell'acqua; e le libellule non hanno esattamente la stessa sensibilità, riscontrata per le rane, ai parametri fisico-chimici dell'acqua.

2) decisamente significativa si è mostrata però la correlazione tra il numero di piante acquatiche presenti lungo le sponde dei laghi e il numero di specie di libellule presenti.

Un numero significativo di indicatori è stato riscontrato nei laghi classificati come “rich” in piante rispetto ai laghi classificati come “ordinary” per la presenza di piante: in particolare si è notato che la ricchezza in specie di libellule è associata con la ricchezza in specie di piante vascolari, indipendentemente dal fatto che l'ovodeposizione avvenga in modo endofitico o esofitico.

Concludendo, gli autori suggeriscono il metodo dell'analisi multivariata delle matrici di dati per ottenere una buona scrematura delle specie da utilizzare come indicatori, specialmente se la biologia dei gruppi tassonomici considerati non è ben conosciuta.

La stretta correlazione tra presenza di piante vascolari e ricchezza in specie di libellule ha portato a concludere che devono essere fatte ricerche più approfondite sulle stesse piante, in modo tale da riconoscere “hotspots” delle popolazioni degli Odonati, da preservare per le future generazioni.

Tuttavia, è importante definire quali sono le specie indicatrici di biodiversità riscontrate nell'analisi multivariata.

- **Odonati adulti, biodiversità e ambienti lenticì: appunti metodologici per l'applicazione a valutazioni di qualità** ( R. Groppali, 2004), in “Pianura” n. 18, pagg.161-165.

Oltre alle indicazioni zoogeografiche derivanti dall'elenco delle specie di Odonati presenti in un'area, che può comunque fornire primi importanti elementi sulla qualità dell'ambiente

( Malvasi & Tralongo, 1999; Seghetti, 1999), per operare valutazioni qualitative di questo tipo è necessario condurre adeguate indagini ecologiche. L'ipotesi di utilizzare gli Odonati adulti come indicatori di qualità di ambienti lentici e dei loro dintorni ( Groppali & Riservato, 2002) deve comunque essere sottoposta a una serie di verifiche sperimentali, per le quali il presente lavoro vuole fornire alcuni spunti preliminari ( R. Groppali).



## CAPITOLO 6

### VALUTAZIONI CONCLUSIVE

La gamma di dati bibliografici disponibili, è risultata, in conclusione, assai scarsa il che conferma la necessità di studi finalizzati alla ricerca e alla determinazione degli indicatori di biodiversità.

Sin dalle prime fasi di svolgimento dello studio è risultato subito evidente che il Phylum più adatto per questo tipo di analisi fosse quello degli Artropodi.

Si è già detto, in fase introduttiva, quanto essi siano numerosi e diffusi nei diversi ecosistemi terrestri. Per questo motivo ci si aspettava di trovare una notevole fonte di dati risultanti dai diversi studi effettuati; invece è risultato che la letteratura disponibile è ancora poco sviluppata.

L'interpretazione dei diversi articoli consultati porta alla conclusione che il maggior ostacolo da superare, attualmente, è rappresentato dalla scarsa affidabilità dei dati disponibili, dovuta alla conoscenza poco approfondita della biologia ed ecologia di alcuni degli Artropodi ritenuti "indicatori di biodiversità", come ad esempio gli Araneidi.

Lo studioso Riccardo Groppali (1998) ha più volte sottolineato la necessità, almeno per quel che riguarda la biologia dei ragni, di analisi più approfondite che valutino le specie nel loro habitat e approfondiscano la conoscenza del loro ciclo biologico.

E' molto importante considerare questa limitazione agli studi che attualmente vengono condotti dagli esperti tassonomi italiani. Si vuole quindi riporre attenzione sul fatto che non si può parlare di qualità ambientale senza conoscerne a pieno la biodiversità: come dimostrato dai seppur pochi studi disponibili, c'è una stretta relazione tra questi due fattori, poiché là dove l'ambiente non viene devastato dall'uomo è più probabile che rimangano inalterati i sottili equilibri e quindi le reti trofiche che si sviluppano in modo "naturale" all'interno di un ecosistema.

Viceversa, il presente lavoro di tesi suggerisce che si può ritenere "sano" un ambiente che presenti indicatori di biodiversità, la cui determinazione non è quindi fine a se stessa.

A detta degli Autori, risulta ancora difficile la loro determinazione tassonomica, anche se si riesce almeno ad avvalersi delle diverse strutture delle tele dei ragni tessitori, per il loro riconoscimento. E' emerso anche quanto sia indispensabile la qualità ambientale per la sopravvivenza di queste specie, molto diffuse anche negli agroecosistemi. Infatti i ragni

tessitori riescono a costruire le loro tele solo tra una vegetazione fitta e che crei riparo; i ragni di terra invece, per i loro spostamenti hanno bisogno di erba bassa.

Le pratiche agricole vanno condotte, quindi, anche nell'ottica di protezione delle specie ivi presenti, perché così viene garantita la biodiversità al suo interno; a tal fine è necessario il mantenimento di margini e siepi e il corretto utilizzo di sostanze biocide a cui molte specie sono sensibili.

Per quel che concerne i taxa degli Odonati e dei Lepidotteri come bioindicatori, il lavoro di indagine bibliografica si è limitato ad una raccolta di abstract di articoli nazionali e internazionali, essendo insufficienti le informazioni sulle tecniche utilizzate in campo per il monitoraggio di questi Insetti: è in corso di approfondimento, infatti, la validazione dei diversi metodi di rilevamento, di cui questa tesi fornisce in modo sommario le indicazioni attualmente disponibili.

## BIBLIOGRAFIA

ANGELINI *et al.*, 2002: *Teniche di biomonitoraggio della qualità del suolo*, Torino, ARPA Piemonte, ottobre.

ANPA, ARPA VALLE D'AOSTA, 2001: *Biodiversità: monitoraggio e indicatori ambientali*, San Vincent (Aosta), Atti del seminario nazionale a cura di CTN\_CON, 22-23 ottobre.

APAT, CTN TES, ARPA PIEMONTE, 2004: *La conoscenza della qualità del suolo attraverso l'utilizzo di indicatori biologici ed ecotossicologici*, Torino, Atti del Convegno Nazionale, 13 maggio.

BADINO G., BONA F., ISAIA M., FENOGLIO S., BUTTACAVOLI D., 2002: *Proposta di un sistema di bioindicatori nello studio comparativo di due diverse tipologie agroecosistemiche nella Langa Artigiana*, Università di Torino, Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo.

BOSCA E., 2003: *Ragni e altri artropodi quali indicatori di biodiversità nei vigneti*, tesi di laurea, Università di Torino, facoltà di scienze M.F.N., anno accademico 2002-2003.

BRIERS R.A. & BIGGS J. 2003: *Indicator taxa for the conservation of pond invertebrate diversity*, UK, in "Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems" n. 13, pagg. 323-330, 6 march.

BRYANT D.A., Mc NEELY J.A., REID W.V., TUNSTALL D.B., WINOGRAD M., 1993: *Biodiversity indicators for policy-makers*, U.S.A., report of WRI/IUCN/UNEP, October.

BUTTACAVOLI D. (2003): *Bioindicatori per la valutazione della qualità ambientale in agroecosistema di vigneto*, tesi di laurea, Università di Torino, facoltà di scienze M.F.N., anno accademico 2002-2003.

CARCHINI G. ( 2005) : *Habitat characteristics and odonate diversity in mountain ponds of central Italy*, in " Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems", vol. 15, issue 6, pages 573 - 581.

CHOVANEC A. & WARINGER J. 2001: *Ecological integrity of river- floodplain systems- assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata*, Vienna, Regulated rivers: research & management 17, pagg. 493-457.

- D'AMICO G. 2005: *Segnalazione di alcune specie di macrolepidotteri (Lepidoptera) nuovi per il Parco della Valle del Ticino*, Pavia, in "Pianura" n. 19, pagg. 149-154.
- D. JONES "Guide des araignées et des opilions d'Europe" – Ed. Delachaux et Niestlé - pp. 384
- FAVILLI L., PIAZZINI S., MANGANELLI G. 2003: *Nuovi dati sulla distribuzione in Toscana meridionale ed insulare di alcuni Lepidotteri diurni ( Hesperoidea, Papilionoidea) rari o poco noti*, Atti soc. tosc. Sci. nat., Mem. Serie B, 110, pagg. 25-29.
- GEORGE R. et al., 2006: *Effectiveness of biodiversity indicators varies with extent, grain and region*, U.S.A., Biological Conservation Journal, n. 132, pagg. 448-457, luglio.
- GROPPALI R. et al. 1998: *Ritmo circadiano dei ragni (Aracnidi: Araneae) in popolamenti erbacei della valle Padana centrale*, in "Pianura" n.10, pagg. 27-41.
- GROPPALI R. 2003: *Il ruolo delle siepi nei confronti del popolamento araneico*, in "Pianura" n.16, pagg. 133-142.
- GROPPALI R. 2004: *Odonati adulti, biodiversità e ambienti lenticì: appunti metodologici per l'applicazione a valutazioni di qualità*, in "Pianura" n. 18, pagg.161-165.
- HEIMER S. & NENTWIG W., 1991: *Spinnen Mitteleuropas* – Ed. Paul Parey, Berlin und Hamburg – pp. 543.
- ISAIA M., 2000: *Note su alcuni ragni (Aracnidi, Araneae) del Parco Naturale del Monte Avic( Valle d'Aosta) e sulla loro distribuzione altimetrica*, Torino, Rev. Valdotaïne Hist. Nat. 54, pag. 107-117.
- ISAIA M. 2005: *Check-list delle specie di ragni ( Arachnida, Araneae) della Valle d'Aosta con una nuova segnalazione per la fauna italiana*, Torino, Rev. Valdotaïne Hist. Nat. 59, pag. 25-43.
- ISAIA M. et al. 2004: *I ragni costruttori di tela nella valutazione della qualità ambientale: un esempio di applicazione*. In: Casagrandi, R. & Melià, P. (Eds.) Ecologia. Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Como, 8-10 settembre 2003). Aracne, Roma, p. 61-66.
- IUCN 1997: *Dragonflies : status survey and conservation action plan*, in: [IUCN/SSC Action Plans for the Conservation of Biological Diversity](#), [Moore, Norman W., ed.](#)
- JACOMINI C., NAPPI P., SBRILLI G., MANCINI L. 2000: *Indicatori e indici ecotossicologici e biologici applicati al suolo, stato dell'arte*, Roma, ANPA.

JANOS I., 2007: *Parameter dependence of correlation between the Shannon index and members of parametric diversity index family*, Ecological indicators Journal, pag. 181-194.

LA PORTA GIANANDREA 1997: *Odonati delle pozze: biometria degli stadi pre-immaginali, Libellula depressa, Aeshna canea, Anax imperator*, Università di Perugia, tesi di laurea, Facoltà di scienze M.F.N., anno accademico 1996-1997.

MANFREDA V., 2000: *Monitoraggio della biodiversità degli Insetti*, Comunità montana del Monte Amiata zona II, area Grossetana.

PARCO NATURALE VALLE DEL TICINO 2007: *Le libellule in Italia, ricerche e conservazione*, Cameri, Riassunti del convegno tenutosi presso Cascina Picchetta, 10-11 febbraio.

PREVIATI E., FANO E.A., FINOS L., LEIS M. 2005: *Comunità ad Artropodi di aree prative in un contesto agrario: ruolo dell'habitat e del paesaggio*, Torino, XV Congresso della Società Italiana di Ecologia.

QUADRETTI R. 2005: *Bioindicatori nell'agroecosistema*, inserto del Centro Ricerche Produzioni Vegetali, Cesena, maggio.

RISERVATO E. (2003): *Odonati e corpi idrici negli ambienti coltivati*, in "Pianura – Scienze e storia dell'ambiente padano" n. 16, pagg. 121-127.

ROBERTS M. J., 1995: *Spiders of Britain and Northern Europe* – Ed. Collins – pp. 383.

SARTORI F. 1998: *Bioindicatori ambientali*, Milano, in: Ricerche & Risultati 1994/97, Fondazione Lombardia per l'Ambiente.

SAHLEN G. & EKESTUBBE K. 2001: *Identification of dragonflies (Odonata) as indicators of general species richness in boreal forest lakes, Sweden*, in "Biodiversity and Conservation" n. 10, pagg. 673-690.

SCALERCIO S. & INFUSINO M., 2006: *I Macrolepidotteri notturni del Basso corso della fiumara del Trionto (Calabria, Italia Meridionale (Lepidoptera)*, in Quad. Staz. Ecol. civ. Mus. St. nat. Ferrara, pagg. 181-204, ISSN 0394-5782.

### **Siti internet consultati**

- ❖ [www.agraria.org](http://www.agraria.org)
- ❖ [www.agricolturaweb.com](http://www.agricolturaweb.com)
- ❖ [www.xiiicongresso.societaitalianaecologia.org/articles/Isaia-85.pdf](http://www.xiiicongresso.societaitalianaecologia.org/articles/Isaia-85.pdf)
- ❖ [www.elsevier.com/locate/ecolind](http://www.elsevier.com/locate/ecolind)
- ❖ [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)
- ❖ [www.jstor.org](http://www.jstor.org)
- ❖ [www.araneae.unibe.ch/index.html](http://www.araneae.unibe.ch/index.html)
- ❖ <http://olmo.elet.polimi.it/ecologia/dispensa/node63.html>
- ❖ [www.dba.unito.it/index.html](http://www.dba.unito.it/index.html)
- ❖ <http://ww2.comune.fe.it/storianaturale/index.phtml?id=250>

## APPENDICE A

### INDICI ECOLOGICI

La letteratura consultata per questo lavoro di tesi dimostra che nell'analisi della diversità è indispensabile elaborare i dati ottenuti dai campionamenti della fauna epigea, come l'araneofauna, attraverso gli indici ecologici.

La diversità non può essere valutata solo col mero conteggio delle specie presenti, poiché è influenzata da due fattori: "varietà" e "abbondanza relativa".

Infatti in nessuna comunità si ha ugual abbondanza di specie: in genere la maggior parte di esse è rara, altre sono comuni, mentre poche sono abbondanti.

Dunque, la misura della diversità tiene conto della ricchezza specifica ( numero di specie) e della *evenness* ( equiripartizioni delle abbondanze).

Gli indici più utilizzati sono quelli di *ricchezza in specie*, *abbondanza proporzionale di specie*, *modelli di abbondanza*.

Generalmente, poiché gli studi vengono fatti in aree limitate nello spazio e nel tempo, risulta essere sufficiente calcolare gli indici di ricchezza in specie: si può quindi calcolare sia la ricchezza specifica ( n° di specie sul totale di individui), sia la densità di specie ( n° di specie per m<sup>2</sup>).

A questa categorie appartengono gli indici utilizzati negli articoli consultati per questo lavoro, ovvero quelli di Shannon, Eveness, Simpson, Margalef. Di seguito saranno elencati tali metodi statistici.

#### ***Indice di Shannon - Weaner***

Viene calcolato considerando la percentuale (Pi) di ogni specie (i) all'interno del campione (N) di individui, ovvero:

$$H' = - \sum P_i \log_e P_i$$

dove     **P<sub>i</sub>**= proporzione di una specie, pari a  $n_i/N$   
         **n<sub>i</sub>** = numero esemplari dell'i-esima specie  
         **N** = numero totale di individui

### ***Indice di Eveness***

Rappresenta la misura dell'uniformità biologica: è moderamente sensibile alla dimensione del campione ed ha una bassa capacità di discriminazione.

$$E = H' / H = H' / \ln S$$

dove S= numero di specie

H' = valore di Shannon

H = valore di Shannon massimo che si avrebbe se tutte le popolazioni fossero ugualmente rappresentate.

### ***Indice di Simpson***

Questo indice serve a stimare la dominanza di un gruppo all'interno del campione.

$$S = \sum P_i^2$$

### ***Indice di Margalef***

Calcola la perdita di ricchezza specifica per cause ambientali. Esso si basa su S che è il numero di specie campionate e N, ovvero il numero totale di individui appartenenti alle specie.

Presenta una buona capacità di discriminazione ed è sensibile alla dimensione del campione.

$$Ma = S - 1 / \log N$$

dove S= numero di specie

N= numero di esemplari



## **APPENDICE B**

### **SCHEDE TECNICHE DEI TAXA BIOINDICATORI CONSIDERATI**

In questa appendice sono inserite le schede tecniche elaborate dal Servizio “Tutela della biodiversità” di APAT su cui sono riportate in forma schematica tutte le informazioni relative a ciascun indicatore. I campi che compongono le schede riprendono i criteri ufficiali di selezione degli indicatori, utili all’identificazione degli indicatori più appropriati per uno specifico piano di monitoraggio e/o valutazione della qualità ambientale. Per la validazione delle schede, sono state utilizzate le informazioni ricavate dalla bibliografia del presente lavoro. Le tabelle così compilate verranno inserite in uno specifico database che il Servizio sta elaborando.

Questa modalità di archiviazione dei dati permette inoltre una lettura più immediata delle informazioni disponibili, mettendo in risalto, laddove ce ne sia, le lacune di conoscenza. Dalle schede emerge quanto siano scarse le informazioni disponibili in letteratura sui taxa degli Odonati, ancor più dei Lepidotteri e, invece, quanto siano più ricche quelle relative agli Araneidi. Risultano chiari per questi ultimi la loro utilità ai fini della conservazione della biodiversità e il comparto ambientale in cui si opera per il monitoraggio, ovvero quello agrario.

Per il campionamento dei Lepidotteri le metodiche standard prevedono l’utilizzo del retino entomologico, ma sono necessari studi più approfonditi dei metodi di misura in ambienti di tipo particolare come gli agroecosistemi.

Al contrario, per gli Odonati esistono dei metodi di misura validati ma sono ancora oggetto di discussione. Inoltre, le libellule sono considerate per lo più indicatori di qualità ambientale, specifici per le zone umide.

Comunque, in tutti i casi, le lacune che si riscontrano nelle tabelle rappresentano un risultato della ricerca e uno stimolo per ulteriori studi e approfondimenti.