

# ENTOMATA

Newsletter della  
Società Entomologica Italiana

*N. 24 del 26 luglio 2024*



Società  
Entomologica  
Italiana

**ENTOMATA è il notiziario della Società Entomologica Italiana**

**Presidente:** *Marco A. Bologna*

**Vice Presidente:** *Roberto Poggi*

**Segretario:** *Davide Badano*

**Amministratore/Tesoriere:** *Carlo Giusto*

**Bibliotecario:** *Antonio Rey*

**Direttore delle pubblicazioni:** *Pier Mauro Giachino*

**Consiglieri:** *Alberto Ballerio, Andrea Battisti, Maurizio Biondi, Marco Dellacasa, Filippo Di Giovanni, Loris Galli, Michele Ricupero, Marcello Romano, Enrico Ruzzier, Luciana Tavella, Stefano Vanin, Lucia Zappalà*

**Revisori dei conti:** *Alessandro Bisi, Enrico Gallo, Giuliano Lo Pinto*

**Revisori dei conti supplenti:** *Marco Terrile, Giovanni Tognon*

**Redazione di Entomata:** *Alberto Ballerio, Alberto Alma, Ezio Peri, Rinaldo Nicoli Aldini*

Copertina realizzata da Marco Serra Tarantola Editore – Brescia

**Entomata** rappresenta uno strumento di collegamento con i soci della Società Entomologica Italiana, che si affianca al sito web e alle e-mail che vengono periodicamente inviate a tutti i soci. Pur avendo periodicità irregolare, contiamo di pubblicare almeno due numeri all'anno. Il notiziario viene inviato in formato pdf a tutti i soci che abbiano comunicato il proprio indirizzo e-mail alla Segreteria. Chi non lo avesse ancora comunicato è quindi invitato a farlo al più presto. Il notiziario è destinato a ospitare notizie sulla vita dell'associazione, delle sue sezioni e dei gruppi di studio che sono stati formati in seno all'associazione, segnalazioni di congressi e altri eventi di rilevanza entomologica, notizie di attualità entomologica, recensioni e articoli di interesse generale. La collaborazione è aperta a tutti i soci, pertanto invitiamo chiunque fosse interessato a contribuire a inviarci testi, fotografie e segnalazioni di eventi per i prossimi numeri. Il prossimo numero uscirà probabilmente nel mese di **dicembre 2024**, quindi la scadenza per l'invio di materiale da pubblicare è fissata per la fine di **ottobre 2024**. Inviare i contributi ad Alberto Ballerio, al seguente indirizzo: [alberto.ballerio.bs@aballerio.it](mailto:alberto.ballerio.bs@aballerio.it)

# INDICE

Maria Sibylla Merian, artista e naturalista. Una protagonista nell'entomologia del Sei-Settecento	5
La tecnologia del RNA interferente per la difesa fitosanitaria	14
Comportamento sociale, studio e applicazioni degli Imenotteri Betilidi del genere <i>Sclerodermus</i>	20
L'impollinazione delle colture tropicali in ambiente mediterraneo: il ruolo delle api e di altri insetti antofili	25
La diversità degli insetti italiani e le nuove Checklist (Entomodena, 13 aprile 2024)	33
La Società Entomologica Italiana ricorda Filippo Silvestri nel 150° anniversario della sua nascita	35
Segnalazioni bibliografiche	37
Eventi e notizie in breve	39

# MARIA SIBYLLA MERIAN, ARTISTA E NATURALISTA. UNA PROTAGONISTA NELL'ENTOMOLOGIA DEL SEI-SETTECENTO

Rinaldo Nicoli Aldini

*Di.Pro.Ve.S., Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, via Emilia Parmense 84 - 29122 Piacenza;*

*rinaldo.nicoli@unicatt.it*

## Sinergia tra arte e scienza

Nel notevole progresso delle conoscenze sugli insetti che caratterizzò il Seicento e il Settecento, è indiscutibile il rilievo che Maria Sibylla Merian (1647-1717) ebbe a cavallo tra i due secoli soprattutto come esponente di una particolare categoria di scienziati, quella dei naturalisti pittori e incisori, dotati della duplice valenza di artisti e di studiosi e scrittori, autori di libri da loro stessi illustrati spesso con grande talento. Questi personaggi, attivi nelle due direzioni a partire da una ipotetica, all'epoca di fatto inesistente, linea di confine tra arte e scienza, da un lato ci aiutano a capire quanto quest'ultima sia stata debitrice anche nel suo divenire storico, in tanti settori, del supporto via via perfezionato dell'iconografia; dall'altro ci fanno intravedere come l'innata attitudine individuale per il disegno e la pittura, unendosi alla sensibilità estetica per la natura, possa fungere da sprone al voler scoprire e approfondire qualcosa in prima persona, così da arrecare un contributo diretto all'avanzamento delle conoscenze su qualche aspetto del mondo naturale e vivente che ci cir-

conda; o anche, all'opposto, ci mostrano come una precoce attrazione per la conoscenza della natura possa avere rafforzato la propensione ad applicarsi e perfezionarsi nel raffigurarne qualche aspetto. Per quanto riguarda l'entomologia del Sei-Settecento, basti qui citare come altri illustri esempi in proposito i nomi di Jean Goedart (1617-1668) e di August Johann Rösel von Rosenhof (1705-1759), pittori e miniaturisti ma non solo, che con le loro opere illustrate hanno lasciato un segno significativo nella storia della nostra disciplina. Giova sottolineare che questo connubio tra fedele riproduzione artistica di animali e piante da un lato, e descrizione scientifica di forme, sviluppi e comportamenti dall'altro, all'epoca fiorì soprattutto in paesi dell'Europa centrale, particolarmente d'area germanica e fiamminga.

Nel caso di Sibylla Merian, sorprende che una donna di quel tempo sia riuscita a valorizzare pienamente la sua passione e il suo talento, imponendosi con pieno merito tra altri protagonisti coevi del settore, in un'epoca in cui gli studi universitari o comunque il dedicarsi ad attività culturali erano appannaggio quasi esclusivo del

mondo maschile, mentre alla donna erano riservati nella società soprattutto altri ruoli. Senza voler dimenticare le non poche figure femminili distintesi, in secoli a noi ancor più lontani, nelle lettere, nelle arti, nelle scienze come anche in altri campi della vita civile e in quella religiosa, uno sguardo retrospettivo allo scorrere degli oltre tre secoli che ci separano dai tempi della Merian ci mostra quanto cammino è stato compiuto da allora ad oggi a favore della promozione delle qualità intellettuali femminili nei più vari settori della cultura e nella società. Se oggi possiamo annoverare Merianin (così veniva chiamata all'epoca, declinando il cognome al femminile) tra i protagonisti dell'entomologia del suo tempo e guardare a lei come a un'antesignana tra le donne in questo campo lo dobbiamo indubbiamente, oltre che alle indiscutibili sue doti intellettuali, compresa la vena artistica, ad altre circostanze che giovarono alla sua formazione e la favorirono, in primis il contesto familiare e pro-



*Fig. 1. Le probabili sembianze di Maria Sibylla Merian trentaduenne, particolare del ritratto attribuito al patrigno Jacob Marrel (da un pannello espositivo della mostra all'Archiginnasio di Bologna).*



*Fig. 2. Mostra all'Archiginnasio di Bologna: riproduzione del noto ritratto di Merianin inciso da Georg Gsell, risalente al 1715 circa.*

fessionale in cui nacque e crebbe, poi sicuramente le non comuni qualità di determinazione e ardimento, che le permisero di guardare lontano affrontando e superando difficoltà e ostacoli altrimenti insormontabili. Un probabile ritratto di lei trentaduenne, attribuito al patrigno, ce ne trasmette le sembianze di giovane adulta; una nota incisione di Georg Gsell risalente al 1715 circa la mostra ultrasessantenne, segnata dagli anni.

### **Due eventi per ricordare Merianin**

Per l'epoca in cui visse e per quanto realizzò, Sibylla Merian è una figura emblematica, sempre attuale e, comprensibilmente, nello scenario cul-

turale gode di particolare considerazione presso il pubblico femminile. Piace qui ricordare due eventi che lo scorso anno a Bologna si sono concentrati su di lei: in ottobre presso l'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna è stato presentato il libro di Brunella Torresin *Nel gran teatro della natura. Maria Sibylla Merian donna d'arte e di scienza (1647-1717)*, edito nel 2022; in precedenza, alla fine del mese di aprile, si era conclusa invece presso la Biblioteca comunale dell'Archiginnasio la mostra "In viaggio con Merianin. Maria Sibylla Merian: dal libro antico al libro d'artista". Lungo una doppia successione di vetrine, la mostra ha mirato a presentare la vicenda esistenziale della Merian correlandola all'*humus* in cui crebbe, attraverso l'esposizione di libri originali suoi e di altri autori anteriori o coevi, di stampe e di carte geografiche dell'epoca. Alcuni tra questi testi Merianin aveva potuto consultarli nella ben fornita biblioteca di famiglia. Molti i preziosi volumi selezionati per l'occasione, posseduti dalla Biblioteca dell'Archiginnasio, la più grande biblioteca dell'Emilia-Romagna, ricchissima di libri antichi. Un interessante pannello, con effigi in medaglione, evidenziava ascendenze di Sibylla Merian e congiunti, relazioni di parentela, intrecci matrimoniali o anche semplici rapporti maestro-allievo, rendendo nel modo migliore l'idea delle qualità della famiglia allargata in cui ella si trovò, fatta soprattutto di pittori, incisori, stampatori, commercianti di libri, mercanti d'arte. L'esposizione seguiva il filo cronologico della sua vita mettendo in luce gli snodi salienti e focalizzando l'attenzione, pertanto, soprattutto su quel coraggioso viaggio e soggiorno in Suriname (1699-1701) a cui la Merian, attraverso la superba opera a stampa che ne seguì sulle metamorfosi di insetti di quelle terre, deve principalmente la sua fama. Di interesse, esposti in una vetrina, anche gli attrezzi del mestiere – soprattutto bulini e lastre in rame - degli incisori di allora, e illustrazioni d'epoca sul modo di usarli.



Fig. 3. Il corridoio dell'Archiginnasio di Bologna in cui era allestita la mostra.

## Entomologa e artista

La presentazione del libro della Torresin, interamente 'declinata' al femminile, ha coinvolto, oltre all'autrice, due docenti dell'Università di Bologna: la nostra consocia e collega prof.ssa Dindo per gli aspetti entomologici e la prof.ssa Fortunati soprattutto per uno sguardo alla Merian sul piano storico-artistico. Moderava l'incontro la prof.ssa Paola Monari, vicepresidente dell'Accademia delle Scienze.

Maria Luisa Dindo ha esordito sottolineando le competenze di Merianin, oltre che nel campo degli insetti, anche in botanica, che le permisero



Fig. 4. La recente biografia di Merianin scritta da Brunella Torresin.

di correlare le sue osservazioni sullo sviluppo di insetti fitofagi - prevalentemente farfalle e falene - con le piante nutrici, indubbiamente un pregio in più che arricchisce non poco i suoi testi entomologici. D'altra parte, anche botanici erano stati i suoi esordi editoriali, con un libro illustrato sui fiori, pubblicato in tedesco a Norimberga nel 1680. Dello stesso periodo è l'opera che ne segna il debutto in entomologia, edita pure in tedesco, in due parti, tra il 1679 e il 1683 (un terzo volume sarebbe uscito postumo). Non è il caso di citarne qui per esteso il lungo titolo originale (*La meravigliosa metamorfosi dei bruchi* ne traduce semplicemente l'inizio), si deve se mai sottolineare come questo lavoro rispecchia il modo di Merianin di impostare la trattazione

della tematica entomologica, focalizzando l'attenzione sulla morfologia, le livree e gli stadi di sviluppo, ma anche - da pioniera dell'ecologia - sui rapporti con le piante e gli ambienti di vita dei soggetti a lei più congeniali: gli insetti e tra questi soprattutto bruchi e farfalle, valorizzando al massimo gli aspetti iconografici; i due volumi contengono in tutto 100 tavole. Il lavoro destò l'ammirazione dei contemporanei e la fama di lei crebbe piuttosto rapidamente, anche se l'uso del tedesco e non del latino, lingua franca dell'epoca negli ambienti colti, in questa fase non giovò pienamente alla diffusione della sua notorietà.

Fin dalla fanciullezza, Sibylla aveva dato prova delle sue attitudini e, appena tredicenne, aveva iniziato a coltivare il forte interesse per gli insetti e le loro metamorfosi, complici le sue precoci osservazioni ed esperienze sul baco da seta, che seppe ampliare poi con l'allevamento di tante altre specie a partire dalle forme giovanili che trovava. Una passione che non l'avrebbe mai abbandonata e che la spingerà, non più giovane, nell'impresa temeraria di raggiungere oltreoceano il Suriname - Guiana olandese - per soggiornarvi ed effettuare raccolte e osservazioni naturalistiche, soprattutto botaniche ed entomologiche, da concretizzare poi al ritorno in Europa in un'opera a stampa, riccamente illustrata, che con gli introiti delle vendite le avrebbe permesso di ammortizzare le ingenti spese sostenute per il viaggio e la stampa, e di restituire prestiti ricevuti. A tal fine sarebbe ricorsa inoltre al commercio dei molti insoliti oggetti di storia naturale di quella terra lontana, che avrebbe portato con sé ritornando ad Amsterdam.

L'ambizioso progetto giungerà felicemente a compimento e l'opera - *Metamorphosis insectorum Surinamensium* - vedrà la luce in prima edizione in latino e in olandese nel 1705, a distanza di sei anni dalla partenza di lei per quella terra lontana, e di quattro dal suo rientro; come già accennato, è a questo grande volume "in-folio imperiale" - pietra miliare dell'entomologia del

Settecento –, impreziosito da 60 tavole di eccellenti incisioni acquerellabili a tema zoologico – soprattutto entomologico, con particolare riguardo ai lepidotteri – e botanico congiuntamente, che Merianin deve principalmente la sua notorietà. Il volume contiene anche osservazioni di carattere etnografico, umano, sociale, e illustra, oltre agli insetti, altri animali della regione, ad esempio rettili e anfibi, tra cui il rospo del Suriname o ‘pipa’, dalle singolari abitudini nella riproduzione e nello sviluppo della prole. Incuriosisce un grande rincote fulgoromorfo (una ‘cicale alligatore’ o ‘cicale laternaria’), perché l’Autrice attribuisce all’insetto fenomeni di luminescenza, non convalidati però da osservazioni successive. A questa erronea convinzione, che fu poi accolta a lungo senza riserve, si deve il nome *laternaria* dato al rincote, dal latino *laterna* = lanterna, rimasto in tassonomia, così come alla base del nome del gruppo sistematico di appartenenza, i fulgoromorfi, vi è il genere *Fulgora* – a cui è ascritto l’insetto -, nome della dea dei lampi presso i latini; forse vi fu confusione con coleotteri elateridi luminescenti sudamericani (*Pyrophorus*). Ancora oltre la metà dell’Ottocento, ad esempio, nella parte sugli insetti della nota opera zoologica divulgativa di Louis Figuier, che ebbe in italiano varie edizioni, è riferita e illustrata la sorprendente esperienza occorsa alla Merian di notte nell’aprire un recipiente in cui aveva racchiuso cicale laternarie vive, anche se il testo annota che ricercatori successivi non avevano confermato le osservazioni di lei. Questa e altre sviste, oppure le inesattezze volute e dichiaratamente motivate da Merianin per finalità di abbellimento artistico (piante nutrici non corrispondenti alle specie di farfalle, anche a causa delle foglie eccessivamente grandi, rettili o altri animali riprodotti molto fedelmente ma inseriti in tavole entomologico-botaniche per ragioni unicamente decorative), non inficiano il valore complessivo dell’opera, un capolavoro sul piano dell’iconografia descrittiva. Linneo tenne in con-



Fig. 5. Una delle suggestive illustrazioni dedicate, nell’opera di Figuier (1874), a episodi del rapporto uomo-insetti: lo stupore di Sibylla Merian nello scoprire la luminescenza notturna delle ‘cicale laternarie’.

siderazione le opere della Merian e citò l’autrice ripetutamente, ad esempio, nella decima edizione del *Systema Naturae*, posteriore di qualche decennio (1758).

L’ampio e articolato intervento di Vera Fortunati verteva invece sulla creatività artistica di Merianin nell’intento anche di metterne in luce le correlazioni con il contesto familiare e sociale in cui visse e con il suo carattere forte, volitivo, indipendente e intraprendente, che le dà una parti-



Fig. 6. Mostra all'Archiginnasio di Bologna: un'edizione della **Metamorphosis insectorum Surinamensium**.

colore aura di modernità. Sul finire ha incentrato la disamina, al di là delle tavole realizzate per le opere a stampa, su alcuni lavori pittorici la cui produzione fu svincolata da finalità editoriali; caratterizzati peraltro, com'è ovvio, da forti affinità con le prime, sul piano sia tematico sia stilistico. Sibylla Merian padroneggiava varie tecniche pittoriche e dipingeva soprattutto con colori ad acqua su adatti supporti, tra cui la pergamena morbida. Grande ammiratore e collezionista delle sue opere fu lo zar Pietro il Grande.

### Una vita coraggiosa e avventurosa

Ha chiuso la presentazione l'autrice del libro, di professione giornalista culturale, ripercorrendo alcune tappe significative della vita di Merianin e sottolineandone anche lei l'eccezionalità: tra

l'altro, fu la prima donna nella storia a organizzare ed effettuare, tra difficoltà e diffidenze, una spedizione scientifica transoceanica, attraverso l'Atlantico. Dotata di modesti mezzi finanziari e svantaggiata da vicende personali, in più occasioni si dimostrò capace di farsi imprenditrice di sé stessa, per necessità sua e delle figlie. La sua versatilità nell'arte pittorica la portò tra l'altro ad avviare una scuola personale per giovani allieve dell'aristocrazia e della borghesia. La famiglia d'origine, proveniente da Basilea, apparteneva alla minoranza calvinista di Francoforte sul Meno, la città a maggioranza luterana dove lei nacque. Rimasta nell'infanzia orfana del padre - Matthaeus Merian, incisore di fama, stampatore di tavole illustrate, mercante di libri -, Sibylla ne ebbe a disposizione la biblioteca, ereditata dalla madre (seconda moglie di Matthaeus), che era

olandese. La vedova a sua volta si risposò con l'artista Jacob Marrel, che non ostacolò affatto la propensione della figliastra per la natura e gli insetti. Le sue doti non comuni la portavano a isolarsi dai coetanei per coltivare interessi e attitudini singolari. Sposatasi diciottenne con il pittore Johann Andreas Graff, con il marito lasciò Francoforte per trasferirsi a Norimberga, città natale di lui, e con lui ebbe due figlie; in seguito, fecero ritorno a Francoforte, ma il matrimonio non era felice, le procurava pene e sofferenze, e ben presto lei decise di separarsi (secondo Graff, Sibylla soffriva però di esaurimenti e crisi nervose), tenendo con sé le figlie.

Alla ricerca di un rinnovamento spirituale autentico, nel 1685 Merianin si recò con loro e con la madre nella Repubblica delle Sette Province Unite (odierni Paesi Bassi), precisamente in Frisia, al castello di Walta con le annesse fattorie nei pressi di Wieuwerd, dove già si trovava il fratel-

lastro maggiore Caspar, avvicinatosi alla fiorente comunità religiosa – circa 400 persone - dei labadisti, un movimento di stampo pietista che si ispirava alle dottrine di Jean de Labadie, ex-gesuita francese convertitosi al calvinismo. I labadisti vedevano di buon occhio il dedicarsi alla scienza ma non la pratica dell'arte, espressione di mondanità: anche per questo, alla lunga lei soffrì la rigida condotta di vita da loro imposta e nel 1691, morto già da alcuni anni Caspar e da un anno la madre, lasciò la comunità, del resto destinata in breve a sciogliersi. La permanenza nel castello, messo a disposizione dalla famiglia di Cornelis van Aerssen van Sommelsdijck, governatore del Suriname, era stata però assai utile perché le aveva permesso di entrare in contatto con appassionati di zoologia e botanica, collezionisti e commercianti di novità provenienti da colonie olandesi delle Indie Orientali e Occidentali; di sentir parlare di piante e animali di quei

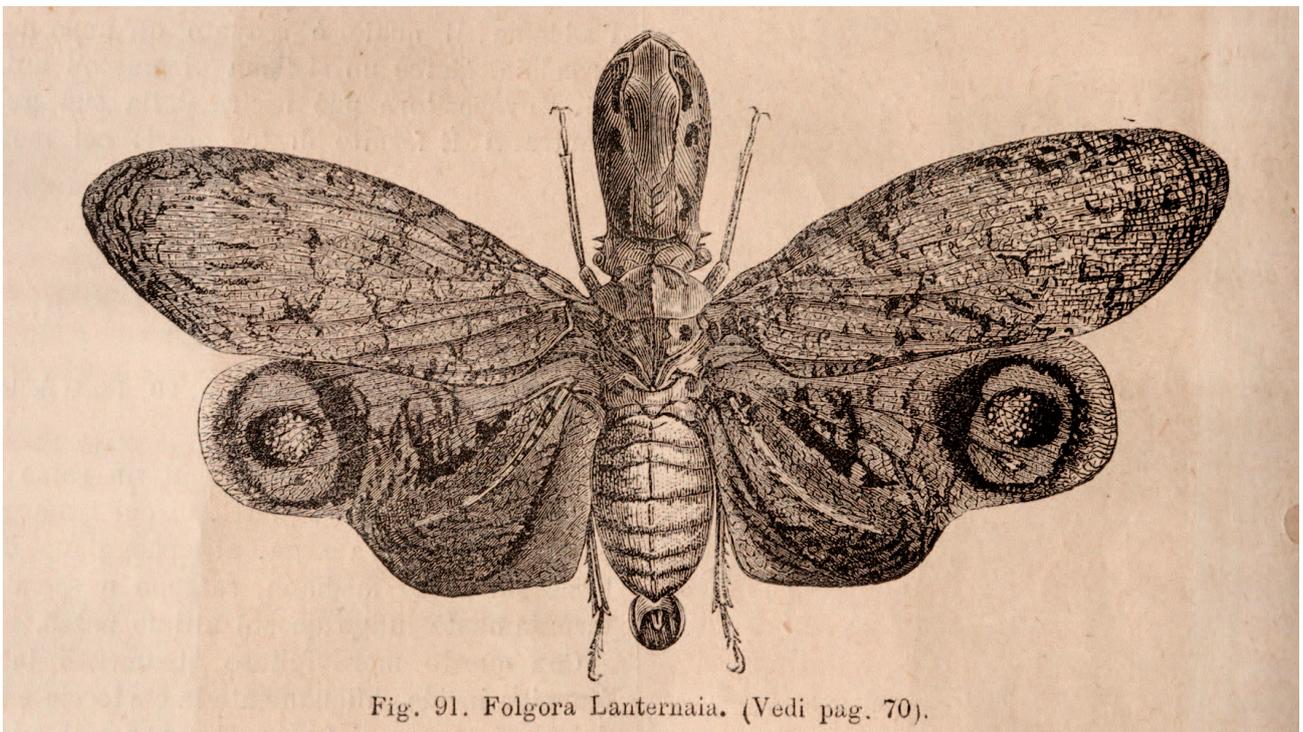


Fig. 7. Da L. Figuier (1874): **Fulgora laternaria** (Linnaeus, 1758), insetto luminescente secondo Maria Sibylla Merian.

remoti paesi e di vederne, compresa un'ampia collezione di farfalle esotiche; di apprendere tante informazioni utili a dar forma al progetto che sarebbe maturato in lei: recarsi in quella terra lontana per studiare meglio insetti, altri animali e piante dei quali i campioni giunti in Europa fornivano solo conoscenze frammentarie; riuscire a osservare e illustrare, soprattutto, com'erano fatti i bruchi e le crisalidi di quelle farfalle e falene, analogamente a quanto lei aveva fatto per l'Europa centrale, e correlarli alle piante ospiti. Sibylla decise pertanto di trasferirsi con le figlie ad Amsterdam, grande città portuale di circa 200.000 abitanti – quasi dieci volte la popolazione di Francoforte – in cui gravitavano commercio, scienze e arti. Vi si recò perché vide possibilità di lavoro per sé e per le due figlie, di cui la maggiore, che aveva allora 23 anni, ben

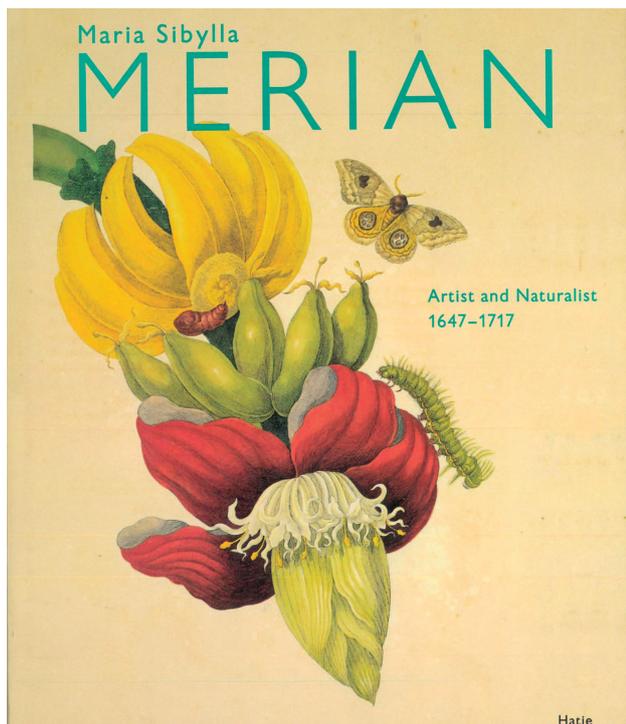


Fig. 8. Questo libro del 1998, edito a cura di K. Wettengl, è un'ampia trattazione, anche sul piano iconografico, su Maria Sibylla Merian e l'illustrazione naturalistica ed entomologica dei suoi tempi.

presto si sposerà; l'altra invece, di dieci anni più giovane, la seguirà nel viaggio in Suriname. Sembra che le figlie fossero molto affettuose con la madre e, dotate anch'esse di attitudini artistiche, in vario modo le siano state di aiuto nelle attività naturalistiche; dopo la sua morte, contribuiranno ad accrescerne la fama.

Il viaggio sarebbe stato molto costoso e lei non era ricca. Dopo il matrimonio della primogenita, Merianin si dedicò a lezioni di pittura e vendette i propri libri, i dipinti, le lastre calcografiche, gli oggetti di storia naturale. Ottenne anche un prestito e, stabilite ulteriori relazioni con collezionisti e studiosi non solo di Amsterdam, intravvide la possibilità di inserirsi, al ritorno dal Suriname, nel florido commercio di curiosità naturali esotiche. Dopo otto anni, finalmente disponeva, ormai cinquantaduenne, dei mezzi economici per partire verso quella colonia al di là dell'Atlantico: viaggio insidioso di due mesi per mare e soggiorno a Paramaribo, con spostamenti nell'entroterra, in un clima equatoriale inospitale e in ambienti dove la coltivazione della canna da zucchero era quasi l'unica risorsa. Assieme alla figlia minore, si imbarcò carica all'inverosimile di bagagli: il necessario per le raccolte, la conservazione e il trasporto dei campioni zoologici e botanici, e tutto l'occorrente per il disegno, la pittura, l'illustrazione; giunta a destinazione si impegnò al meglio nella duplice attività. Per motivi di salute (aveva contratto febbri forse malariche) dovette però fare ritorno in Europa in anticipo, dopo meno di due anni; non senza avere nel frattempo già radunato una mole sufficiente di dati, osservazioni, disegni e acquerelli, materiali naturalistici. Ad Amsterdam dedicò le sue energie al lavoro che in quattro anni la portò a pubblicare l'opera che ben conosciamo. Aveva escogitato anche una sorta di vendita rateale dell'opera, a fascicoli, in base alle tavole che mano mano venivano stampate, per ottenere via via i mezzi necessari. La conversione dei suoi disegni su lastre in rame solo per poche tavole la realizzò

personalmente: in gran parte l'aveva affidata ad altri ottimi incisori, con oneri non indifferenti. Esistono copie dell'opera in cui le calcografie sono mirabilmente acquerellate una per una, di sua mano (un volume con tavole acquerellate a mano costava il triplo di uno con semplici incisioni a stampa). Completata l'edizione, il successo sperato non mancò, e lei poté dichiarare di avere raggiunto il suo scopo: procurare gioia non solo agli amatori dell'arte ma anche agli amatori degli insetti, perché era solo questo il tipo di guadagno a cui aspirava. Nel corso della sua vita, Merianin tenne un diario manoscritto di lavoro entomologico, ricco di disegni, acquerelli e appunti, il 'Libro di studi', giunto fino a noi (è con-

servato presso l'Accademia delle Scienze di San Pietroburgo); disegni e acquerelli originali del 'Libro' servivano da modello per le incisioni nelle opere a stampa. Per cinquant'anni lo aggiornò costantemente, senza mai separarsene; in esso annotò e illustrò oltre trecento osservazioni. Ne esistono pregevoli edizioni a stampa in facsimile. Tenne anche un diario di lavoro botanico. Senza proseguire oltre, in conclusione piace qui ribadire i pregi del libro di Brunella Torresin, già segnalato in un precedente numero di *Entomata*. Una trattazione scorrevole, circostanziata, coinvolgente sul piano biografico, naturalistico, entomologico, artistico e su quello storico delle esplorazioni scientifiche.

## BIBLIOGRAFIA

BODENHEIMER, F.S. (1928-1929). *Materialien zur Geschichte der Entomologie bis Linné*. W. Junk, Berlin, Band I, X-498 pp.; Band II, VI-486 pp.

D'AGUILAR, J. (2006). *Histoire de l'Entomologie*. Delachaux et Niestlé, Paris, 224 pp.

FIGUIER, L. (1874). *La vita e i costumi degli animali. Gl'insetti*. Seconda Edizione italiana. Fratelli Treves Editori, Milano, [8] - 284 pp.

LINNAEUS, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Tomus I. Editio decima, reformata. Holmiae, imp. L. Salvii, 824 pp. (photographic facsimile, London, Trustees British Museum (N. H.)).

MERIAN, M.S. (1679). *Der Raupen wunderbare Werwandelung, und sonderbare Blumen-nahrung, Worinnen, durch eine gantz-neue Erfindung, der Raupen, Würmen, Sommer-vögelein, Motten, Fliegen, und anderen dergleiche Thierlein, Ursprung, Speisen und Veränderungen, samt ihrer Zeit, Ort, und Eigenschaften, der Naturkündigern, Kunstmahlern, und Gartenliebhabern zu Dienst, fleissig untersucht, kürztlich beschrieben, nach dem Leben abgemahlt, ins Kupfer gestochen, und selbst verlegt, von Maria Sibylla Gräffin, Mattaei Merians, der Eltern, Seel. Tochter*. Vol. I, Johann Andreas Graff, Frankfurt am Main & Leipzig.

MERIAN, M.S. (1683). *Der Raupen wunderbare Werwandelung [...] Anderer Theil*. Vol. II, David Funken, Frankfurt am Main & Leipzig.

MERIAN, M.S. (1705). *Metamorphosis insectorum Surinamensium. Ofte Verandering der Surinaamsche Insecten. Waar in de Surinaamsche Rupsen en Wormen met alle des zelfs Veranderingen na het leven afgebeeld en beschreen worden [...] e Metamorphosis insectorum Surinamensium. In qua Erucae ac Vermes Surinamenses [...] in quibus reperta sunt*. Presso l'autrice, Amsterdam.

TORRESIN, B. (2022). *Nel gran teatro della natura. Maria Sibylla Merian donna d'arte e di scienza (1647-1717)*. Pendragon, Bologna, 233 pp.

WETTENGL, K. (a cura di) (1998). *Maria Sibylla Merian. Artist and Naturalist 1647-1717*. Verlag Gerd Hatje, Ostfildern, Germany, 276 pp.

# LA TECNOLOGIA DEL RNA INTERFERENTE PER LA DIFESA FITOSANITARIA

Salvatore Arpaia

*ENEA – Divisione TERIN-BBC, Centro Ricerche Trisaia, Rotondella (MT)*

*salvatore.arpaia@enea.it*

**I**n linea con gli intendimenti della legislazione europea esplicitati nella strategia “Farm to Fork”, in materia di difesa fitosanitaria si rende necessaria una riduzione dell’uso dei principi attivi di sintesi per il controllo degli insetti e degli agenti fitopatogeni. La Commissione europea ha fissato obiettivi ambiziosi per un uso sostenibile dei pesticidi, come la riduzione entro il 2030 dell’uso dei prodotti chimici del 50%. Tale obiettivo di riduzione non ha però preventivamente considerato la disponibilità attuale di misure alternative e, sulla base delle tante proteste del mondo agricolo, il 22 novembre scorso il Parlamento Europeo ha respinto, fra le proteste del mondo ambientalista, il nuovo Regolamento sull’uso sostenibile dei prodotti fitosanitari previsto dalla road map per l’implementazione della strategia “Farm to Fork”. Pertanto, sarà necessario un ritorno del testo al Parlamento Europeo per trovare una rimodulazione che possa aggregare un maggiore consenso fra tutti gli stakeholders.

La strada verso una riduzione degli impatti negativi in termini ambientali e di salute umana dei pesticidi di sintesi è stata già tracciata con l’entrata in vigore della direttiva 2009/128/CE. Uno degli effetti più evidenti dell’introduzione di questa direttiva è quello della revisione dei principi attivi utilizzabili in campo, che ha portato una drastica riduzione del numero dei presidi sa-

nitari, con particolare riferimento alla classe dei fosfororganici, che costituivano una parte molto importante della farmacopea a disposizione degli operatori agricoli. Il regolamento 2009/1107/CE promuove poi una categoria di prodotti fitosanitari, classificati come prodotti a basso rischio, che devono possedere requisiti di sufficiente efficacia, ma avere contemporaneamente un basso potenziale tossicologico e una bassa persistenza ambientale. È perciò importante aumentare la disponibilità di nuovi principi attivi che rispondano alle caratteristiche indicate dal legislatore, e questo rappresenta un obiettivo prioritario della ricerca in questo settore.

Da qualche anno sono stati compiuti notevoli progressi nella possibilità di applicazione della tecnica del RNA interferente nella difesa fitosanitaria (Mezzetti et al. 2020) per la produzione di piante geneticamente modificate per resistenza a patogeni ed insetti o per la produzione di principi attivi basati su tale meccanismo.

## **Che cos’è l’RNA interferente?**

La tecnica del RNA interferente (RNAi) sfrutta un meccanismo naturale presente in organismi vegetali e animali che porta alla perdita temporanea di funzionalità di un gene tramite il blocco delle molecole di RNA messaggero (mRNA) in-

dispensabili per la formazione di una proteina. Il meccanismo del RNAi è stato caratterizzato per la prima volta nel nematode *Caenorhabditis elegans* dai ricercatori americani Craig Cameron Mello e Andrew Fire (Fire et al. 1998), che per questi studi hanno ricevuto il Premio Nobel per la Fisiologia e la Medicina nel 2006.

Il processo di interferenza si verifica naturalmente in un'ampia gamma di piante, mammiferi, insetti e aracnidi (Christiaens et al. 2018); si basa su meccanismi specifici evolutivamente conservati negli eucarioti che regolano l'espressione genica a livello trascrizionale o post-trascrizionale, fornendo un sistema di difesa naturale. Numerose specie, fra gli artropodi, sono in grado di sfruttare questo meccanismo a loro vantaggio per difendersi dall'attacco dei virus; gli acidi nucleici dei virus vengono riconosciuti come materiale genetico estraneo e in risposta viene sintetizzata una piccola molecola di RNA a doppia elica per bloccare la produzione delle loro proteine (dsRNA). Perché il meccanismo funzioni, è necessario che questa molecola di RNA prodotta riconosca in maniera molto specifica la sequenza del mRNA prodotta dal virus in modo da crearne una copia perfettamente complementare che rende quindi impossibile la formazione della proteina.

In breve, il funzionamento del meccanismo è il seguente (Figura 1):

- Quando penetrano nella cellula, gli RNA endogeni trascritti dall'organismo stesso (micro RNA, miRNA) o quelli ambientali (RNA a doppia elica, dsRNA) sono prima processati dall'enzima RNasi III Dicer che li scinde in piccoli RNA interferenti (siRNA) di 21-23 nt che sono in grado di avviare il processo di silenziamento;

- I siRNA sono incorporati in un complesso di silenziamento indotto dall'RNA (RISC), che comprende una proteina argonauta (Ago) come uno dei suoi componenti principali. La proteina Ago taglia l'RNA a doppia elica e scarta il filamento passeggero (senso), producendo la forma attiva di RISC;

- Il restante filamento (antisense) del siRNA guida il RISC verso il suo mRNA omologo, con conseguente degradazione del mRNA bersaglio (per maggiori dettagli, si veda Zhu & Palli 2020).

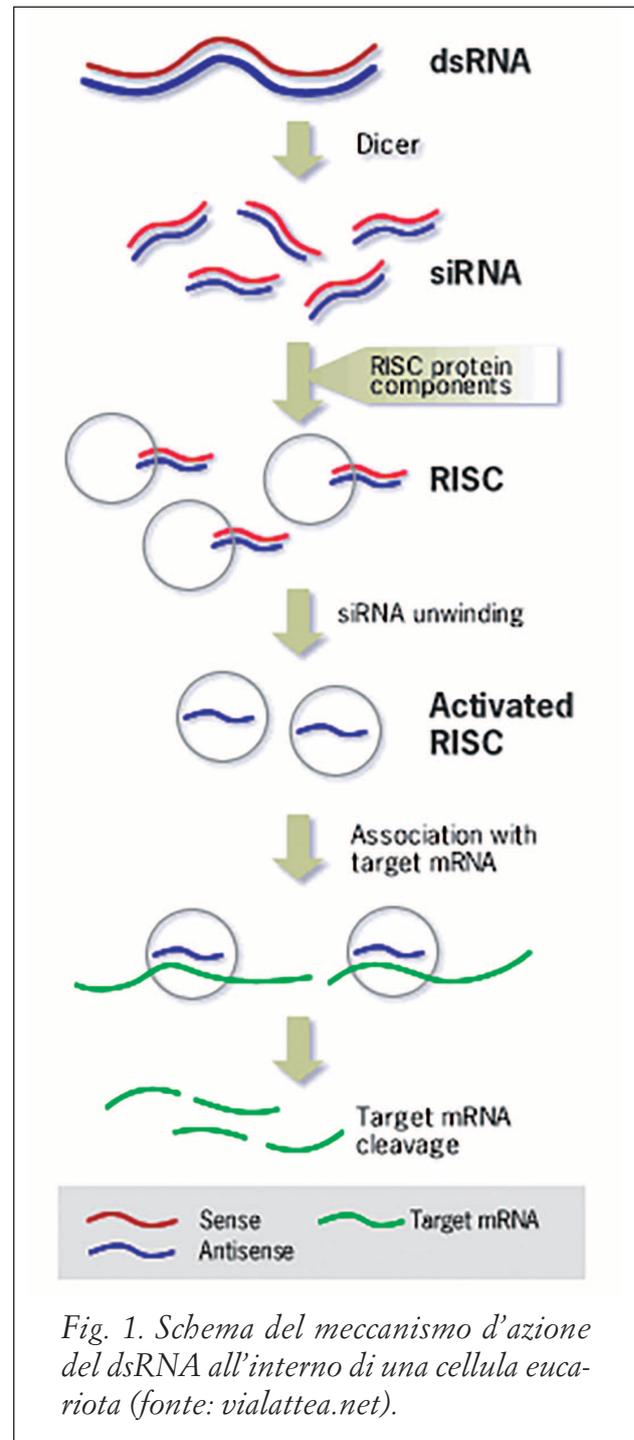


Fig. 1. Schema del meccanismo d'azione del dsRNA all'interno di una cellula eucariota (fonte: vialattea.net).

## Applicazioni per la difesa fitosanitaria

Fin dalla sua scoperta, l'RNAi ha catturato l'attenzione dei ricercatori per le sue potenzialità innanzitutto come possibile veicolo di medicinali per la terapia genica, ma successivamente anche in tanti altri campi di applicazione, inclusa l'agricoltura. Le possibilità applicative della tecnica del RNAi alla difesa fitosanitaria riguardano l'opportunità di silenziare geni fondamentali per lo sviluppo di patogeni o insetti fitofagi in modo da impedire i danni alle coltivazioni o alla salute umana ed animale. Un dsRNA sintetico può essere progettato in modo complementare a qualsiasi gene di interesse se il genoma dell'organismo bersaglio è noto, in quanto il dsRNA opportunamente disegnato è in grado di identificare la sequenza di mRNA da silenziare. Le informazioni sul genoma di altri organismi potenzialmente esposti nell'ambiente ricevente facilitere-

ranno la produzione di molecole di dsRNA altamente selettive, che colpiscono solo la specie bersaglio, ad esempio un fitofago o un agente patogeno. Le tecniche che finora hanno condotto a risultati applicativi possono essere raggruppate in due tipi di approcci: il silenziamento indotto dalla pianta ospite (host induced gene silencing, HIGS) che prevede la modificazione genetica di una specie coltivata o il silenziamento genico indotto tramite un trattamento (spray induced gene silencing, SIGS).

Il caso commerciale più noto di un miglioramento varietale ottenuto tramite silenziamento genico riguarda la papaya resistente al papaya ringspot virus (PRSV) tramite espressione in pianta del gene della coat protein del virus stesso; l'applicazione ha avuto un grande successo ed è usata nelle Hawaii quale fondamentale forma di controllo di questo virus fin dal 1998.



Fig. 2. Il primo insetticida a base di dsRNA approvato negli Stati Uniti, *Ledprona*<sup>®</sup>, ha come specie bersaglio la dorifora della patata (*Leptinotarsa decemlineata*), insetto chiave per la difesa della patata.

Più recentemente allo scopo di indurre resistenza al coleottero *Diabrotica virgifera virgifera* in piante di mais, è stato inserito nel genoma un gene in grado di produrre un dsRNA complementare al gene *DvSnf7* del coleottero, provocandone la morte previa ingestione dei tessuti vegetali (Bachman et al. 2016). La linea di mais geneticamente modificato è stata poi utilizzata nella produzione di un ibrido di mais caratterizzato da diverse resistenze ad insetti ed erbicidi (SmartStaxPro®) che è stato in campo negli USA per la prima volta nel 2022.

In Europa, come noto, l'applicazione di piante geneticamente modificate per coltivazione in campo è comune nella pratica agricola soltanto nella penisola iberica. Le industrie stanno ora mirando all'utilizzo di RNAi per produrre un insetticida di origine biologica da utilizzare come un normale spray sulle colture in campo. Le sperimentazioni degli ultimi anni verso questo obiettivo hanno portato allo sviluppo del primo insetticida basato sul meccanismo del RNAi (Ledprona®) che è stato autorizzato al commercio il 23 dicembre scorso dall'Agencia per la protezione dell'ambiente (EPA) degli Stati Uniti. Il prodotto è registrato per il controllo di *Leptinotarsa decemlineata* e durante gli anni di sperimentazione in campo ha dimostrato una efficacia comparabile a quella dei più comuni insetticidi di sintesi. La specificità di azione di questi insetticidi (Figura 2) li rende particolarmente interessanti per applicazioni anche in ambito veterinario e la stessa azienda produttrice (Greenlight Biosciences) ha attualmente sottomesso un dossier per l'autorizzazione al commercio di un acaricida da utilizzare per il controllo di *Varroa destructor* negli apiari. Se la specificità di azione ed il conseguente rispetto degli organismi non bersaglio con benefici attesi per l'impollinazione o il controllo naturale dei fitofagi rappresentano una caratteristica favorevole di queste molecole, d'altro canto l'efficacia del silenziamento genico da dsRNA è

molto variabile nei confronti dei diversi ordini di insetti (Christiaens et al. 2022). Ad esempio, mentre i coleotteri risultano fra i fitofagi più sensibili, i lepidotteri sono invece piuttosto tolleranti ai dsRNA; pertanto, l'efficacia di azione del prodotto va considerata per individuare le possibili specie bersaglio (Figura 3).

Come tutte le molecole ad azione insetticida, la possibilità di insorgenza di una resistenza da parte delle specie bersaglio è teoricamente possibile e al momento ceppi di laboratorio resistenti a specifici dsRNA sono stati ottenuti a livello sperimentale. È importante, perciò, prevedere delle modalità di impiego che limitino la pressione di selezione in condizioni di campo (Gao et al. 2024).

## Biosicurezza

L'ingestione di molecole di RNA da parte dell'uomo o degli animali è considerata sicura in quanto gli acidi nucleici sono naturalmente presenti in tutti gli alimenti e nei mangimi derivati da piante o animali. L'argomento è stato analizzato a fondo nel rapporto dell'OECD (2023) sulla valutazione del rischio per la salute umana dei pesticidi a base di dsRNA. Il gruppo di esperti ha indicato che i potenziali effetti negativi delle molecole di RNA sull'uomo e sugli animali sono molto improbabili, a causa della presenza di barriere fisiche (membrana cellulare, rivestimento polisaccaridico dell'epitelio intestinale) e fisiologiche (nucleasi presenti nella saliva e nel tratto digestivo, denaturazione dovuta al pH acido dello stomaco, secrezioni pancreatiche) che rendono estremamente difficile l'assorbimento cellulare del dsRNA.

Il meccanismo di azione specifico nei mammiferi e la bassa persistenza nell'ambiente degli acidi nucleici, che vengono rapidamente degradati in campo, offrono notevoli proprietà intrinseche di compatibilità ambientale di queste molecole. Un RNA interferente può essere disegnato contro

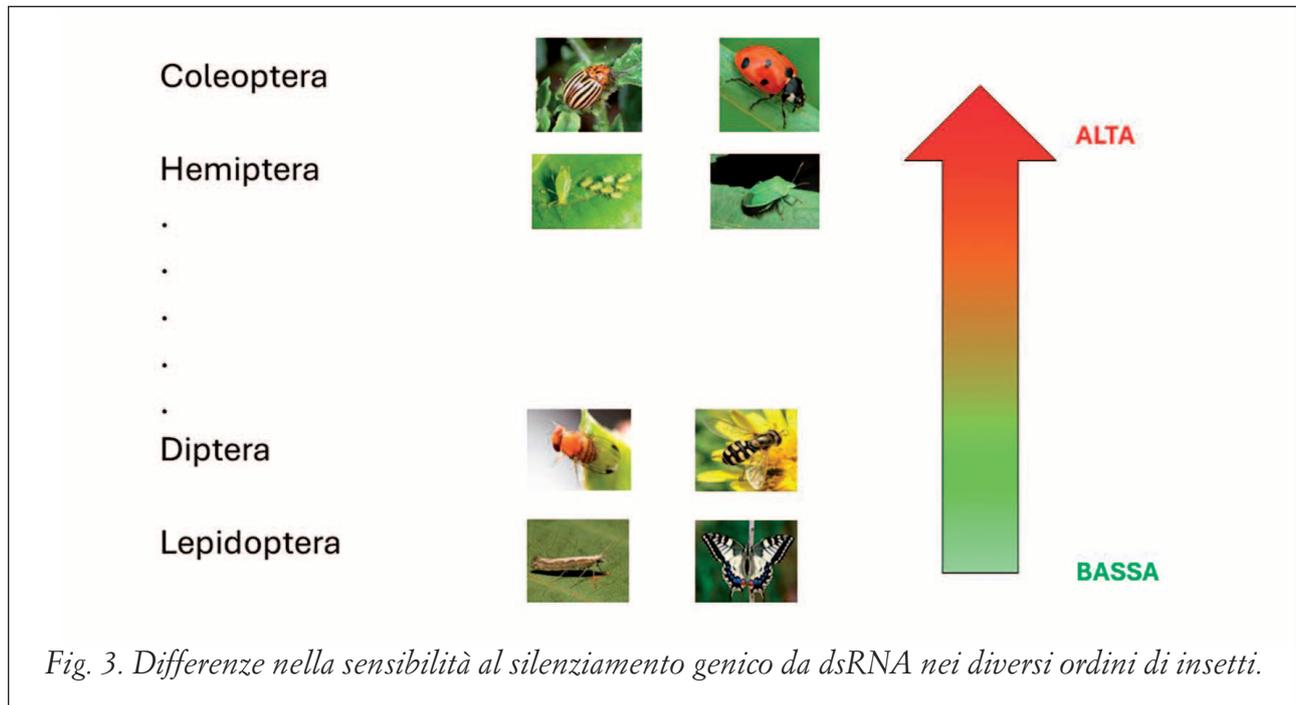


Fig. 3. Differenze nella sensibilità al silenziamento genico da dsRNA nei diversi ordini di insetti.

qualsiasi gene di interesse se si conosce il genoma dell'organismo da combattere in modo da capire a priori qual è la sequenza di basi da silenziare. Sarà quindi possibile interferire con geni che regolano lo sviluppo, la sopravvivenza, la riproduzione. Allo stesso modo, la selettività verso gli organismi "utili" presenti nell'ambiente (es. impollinatori, predatori, parassitoidi, lombrichi, ecc.) può essere programmata in fase di produzione di questa molecola di RNAi sempre che sia noto anche il genoma degli organismi "non-bersaglio". Ad esempio, essendo stato sequenziato completamente il genoma dell'ape domestica, è più semplice produrre un RNAi che abbia la sequenza complementare a quella di un RNA prodotto da un gene in un insetto erbivoro, accertandosi preventivamente che non esista una sequenza uguale nel genoma delle api. Tutti gli studi finora effettuati hanno confermato le previsioni basate sull'uso della bioinformatica indicando che le api non sono sensibili a nessun tipo di RNAi finora valutato come insetticida.

Lo sviluppo applicativo di questa biotecnologia esplorerà verosimilmente diversi nuovi meccani-

smi d'azione diretti verso nuovi geni bersaglio in insetti fitofagi per i quali non esistono precedenti impieghi in agricoltura. Inoltre, esistono ancora conoscenze limitate su alcune caratteristiche del silenziamento genico nei confronti di specie non bersaglio importanti in diversi agroecosistemi; pertanto, una valutazione del rischio considerando le specificità dei dsRNA sarà comunque necessaria. La disponibilità di strumenti bioinformatici può supportare la formulazione del prodotto progettando dsRNA molto specifici per i quali non si prevedono effetti sulle specie non bersaglio. Tuttavia, a causa della limitata disponibilità di dati di sequenziamento del genoma per molte specie di insetti utili, la bioinformatica può rappresentare soltanto un primo screening che dovrà essere ulteriormente confermato con saggi di tossicità più tradizionali.

### Aspetti legislativi

Il Ledprona® recentemente approvato negli Stati Uniti è stato incluso nella categoria dei «biopesticidi», che prevede requisiti di dati a supporto

diversi rispetto ai prodotti chimici. Tale categoria non è prevista nella legislazione dell'Unione Europea, pertanto l'eventuale approvazione di prodotti fitosanitari a base di dsRNA dovrà essere valutata considerando gli stessi requisiti e dei dati sperimentali in supporto stabiliti dalle normative vigenti, come avviene per i tradizionali prodotti di sintesi.

Il Regolamento n. 1107/2009/CE distingue tra principi attivi basati su sostanze chimiche di sintesi e microrganismi, dove per microrganismo si intende qualsiasi entità microbiologica, compresi funghi e virus, in grado di replicarsi o di trasferire materiale genetico. Una ulteriore categoria di fitofarmaci contemplata dal Regolamento è

quella dei prodotti fitosanitari classificati come prodotti a basso rischio, in base alle caratteristiche di basso potenziale tossicologico e bassa persistenza nell'ambiente. Il regolamento prevede che la Commissione possa adottare o modificare documenti di orientamento tecnici, come già avvenuto per feromoni e prodotti biologici. Un documento che prenda in considerazione il dsRNA non è però ancora stato elaborato.

Come previsto dal quadro legislativo, la valutazione della sicurezza del prodotto finale, inclusi coformulanti, coadiuvanti, nanomolecole, insieme a quella del principio attivo, è necessaria l'espressione di un parere favorevole all'uso commerciale.

## BIBLIOGRAFIA

BACHMAN, P.M., HUIZINGA, K.M., JENSEN, P.D., MUELLER, G., TAN, J., UFFMAN, J.P. & LEVINE, S.L. (2016). Ecological risk assessment for DvSnf7 RNA: a plant-incorporated protectant with targeted activity against western corn rootworm. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 81, 77-88.

CHRISTIAENS, O., DZHAMBANOVA, T., KOSTOV, K., ARPAIA, S., JOGA, M.R., URRU, I., SWEET, J. & SMAGGHE, G. (2018). Literature review of baseline information on RNAi to support the environmental risk assessment of RNAi-based GM plants. EFSA supporting publication 2018: EN-1424. 173 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2018.EN-1424

CHRISTIAENS, O., SWEET, J., DZHAMBANOVA, T., URRU, I., SMAGGHE, G., KOSTOV, K. & ARPAIA, S. (2022). Implementation of RNAi-based arthropod pest control: environmental risks, potential for resistance and regulatory considerations. *Journal of Pest Science*, 95(1), 1-15.

MEZZETTI, B., SMAGGHE, G., ARPAIA, S., CHRISTIAENS, O., DIETZ-PFEILSTETTER, A., JONES, H., KOSTOV, K., SABBADINI, S., OPSAHL-SORTEBERG, H.G., VENTURA, V., TANING, C.N. & SWEET, J.B. (2020). RNAi, what is its position in agriculture? *Journal of Pest Science*, 93: 1125-1130.

FIRE, A., XU, S., MONTGOMERY, M.K., KOSTAS, S.A., DRIVER, S.E. & MELLO, C.C. (1998). Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*. *Nature*, 391(6669), 806-811.

GAO, Y., ALYOKHIN, A., ZHANG, R., SMAGGHE, G., PALLI, S.R., JURAT-FUENTES, J.L. & TABASHNIK, B.E. (2024). Proactive resistance management for sustaining the efficacy of RNA interference for pest control. *Journal of Economic Entomology*, toae099.

OECD (2023). Considerations for the Human Health Risk Assessment of Externally Applied dsRNA-Based Pesticides Series on Pesticides No. 110; ENV/CBC/MONO(2023)26.

ZHU, K.Y. & PALLI, S.R. (2020). Mechanisms, applications, and challenges of insect RNA interference. *Annual Review of Entomology*, 65, 293-311.

# COMPORAMENTO SOCIALE, STUDIO E APPLICAZIONI DEGLI IMENOTTERI BETILIDI DEL GENERE *SCLERODERMUS*

Serena Malabusini, Costanza Jucker, Sara Savoldelli, Daniela Lupi

*Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente,  
Università degli Studi di Milano, Milano.*

**G**li Imenotteri Betilidi del genere *Sclerodermus* Latreille sono ectoparassitoidi idioibionti che mostrano un peculiare comportamento sociale. Infatti, mentre la maggior parte dei taxa di parassitoidi è socialmente solitaria, o al più gregaria, le femmine del genere *Sclerodermus* presentano un **comportamento quasi sociale**, agendo in gruppo, non solo nelle fasi della paralisi della vittima e della ovideposizione, ma anche cooperando nella cura della covata fino allo sfarfallamento della prole comune (Tang et al. 2014). Il genere comprende 80 specie distribuite in tutto il mondo, delle quali 6 in Italia (*Sclerodermus abdominalis* Westwood, 1839; *Sclerodermus brevicornis* (Kieffer, 1906); *Sclerodermus cereicollis* (Kieffer, 1904); *Sclerodermus domesticus* Klug, 1809; *Sclerodermus fonscolombei* (Westwood, 1881); *Sclerodermus fuscicornis* (Westwood, 1839). L'interesse verso il genere è notevolmente aumentato negli ultimi 20 anni come evidenziato da numerose pubblicazioni incentrate sullo studio del loro comportamento e su come esso influisca sugli aspetti della biologia. **Lo studio della bioetologia è infatti essenziale per comprendere le dinamiche di questi insetti e per ottimizzare le applicazioni pratiche come l'allevamento massale e, come diretta conseguenza, il loro utilizzo come agenti di biocontrollo.** Infatti, la conoscenza dei cicli vitali, delle

tecniche riproduttive, dei metodi di parassitizzazione dell'ospite e delle strategie comportamentali è fondamentale nell'allevamento e nella gestione dei lanci in campo.

La specie dell'areale mediterraneo studiata presso il DeFENS dell'Università degli Studi di Milano è *S. cereicollis*, fino ad ora erroneamente identificata come *S. brevicornis* (Masini et al. 2024), re-identificata grazie al confronto con esemplari presenti al Museo Civico di Storia Naturale Giacomo Doria di Genova.

*Sclerodermus cereicollis* è stato allevato per anni con successo in laboratorio sul suo ospite naturale, *Psacotha hilaris hilaris* (Pascoe, 1858) (Coleoptera: Cerambycidae), cerambicide esotico su cui è stato trovato in associazione, mettendo a punto un modello di allevamento sia per la vittima che per il parassitoide (Lupi et al. 2017), che potesse permettere l'acquisizione di informazioni biologiche non facilmente valutabili nell'ambiente naturale. Tuttavia, poiché *P. h. hilaris* è un insetto esotico che richiede lunghe tempistiche di sviluppo in laboratorio, per rendere più agevole l'allevamento, sono stati valutati diversi ospiti di sostituzione. La prima specie considerata è stata *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), già utilizzato per l'allevamento di *S. guani* Xiao et Wu e *S. sichuanensis* Xiao (Guo

et al. 2019), ma i risultati ottenuti non sono stati soddisfacenti in quanto le femmine di *S. cereicollis* non sono state in grado di paralizzare l'ospite in tempo (Malabusini et al. 2023). In seguito è stata utilizzata *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae), già utilizzata come vittima di sostituzione per altri betilidi (e.g. *Goniozus* spp.), ottenendo un tasso di parassitizzazione di circa il 75% (Abdi et al. 2021), simile a quello osservato su *P. b. hilaris* (Lupi et al. 2017). **L'allevamento su entrambe le specie ospiti ha permesso di acquisire diversi parametri biologici** di *S. cereicollis*. Sono anche state valutate la durata del ciclo a temperature differenti, la sopravvivenza al freddo e la possibilità di attacco su ospiti successivi (Jucker et al. 2020). Nel dettaglio, la conservazione a bassa temperatura (4°C) ha permesso il mantenimento in vita delle femmine di *S. cereicollis*, senza comprometterne le performance, per un tempo aggiuntivo di 4 settimane; questo aspetto risulta essere molto importante nell'ottica di una produzione massale, in cui la possibilità di stoccaggio di significative quantità del parassitoide è essenziale. È stato inoltre possibile verificare che i gruppi di femmine fondatrici, che hanno già allevato la prole, sono in grado di riprodursi successivamente su altri ospiti implementando così il potenziale di parassitizzazione della specie. Le stringenti condizioni di allevamento, hanno permesso però di verificare che in talune situazioni, si verifica un comportamento ovida delle fondatrici nei confronti della prole (Lupi et al. 2017) o, più raramente, l'attitudine all'iperparassitizzazione (Malabusini & Lupi 2024). In particolare, entrambi i comportamenti possono insorgere alla presenza di un numero troppo elevato di femmine in contatto obbligato con un solo ospite, o in presenza di una prole eccessivamente numerosa, situazioni in cui **la cooperazione lascia spazio alla competizione** (Malabusini et al. 2022). Relativamente all'iperparassitismo, è inoltre stato verificato che *S. cereicollis*, posto in associazione ad un

ospite e ad un altro Betilide subsociale, e generalmente più aggressivo, *Goniozus legneri* Gordh, ha sviluppato in taluni casi il comportamento da iperparassitoide (Malabusini & Lupi 2024).

**Tuttavia, se da un lato l'allevamento di parassitoidi su ospiti sostitutivi può essere vantaggioso in termini di risparmio di spazio, tempo e costi, dall'altro possono esserci effetti negativi a lungo termine, comportando alterazioni nelle dimensioni, nelle performance (longevità, fecondità e sex ratio) oltre che nella ricerca e localizzazione della vittima.** Le sperimentazioni hanno permesso infatti di evidenziare come le femmine di *S. cereicollis* allevate su *C. cephalonica* presentino alcuni svantaggi, dettati principalmente dalle più piccole dimensioni dell'ospite fittizio, e di conseguenza della covata, con corrispondente innalzamento della probabilità di non avere maschi (data la ridotta sex ratio). L'assenza dei maschi si traduce nell'ottenimento di covate completa-



Fig. 1. Uova deposte da due femmine di *Sclerodermus cereicollis* su pupa di *Psacotheta hilaris*.



Fig. 2. Larve di *Sclerodermus cereicollis* su larva di *Psacotha hilaris hilaris*.

mente maschili nella generazione successiva, con ripercussioni sul sistema di allevamento. In Malabusini et al. (2023) è stato valutato se la ricerca dell'ospite da parte del parassitoide e le prestazioni delle femmine adulte di *S. cereicollis*, dopo generazioni di allevamento su una specie ospite, possano essere influenzate dalla specie su cui si sono sviluppate e se questo possa interferire con la scelta di un ospite diverso (choice test). Come risultato è stato riscontrato che le femmine derivanti da allevamento sull'ospite di sostituzione *C. cephalonica*, non solo siano in grado di riconoscere l'ospite target *P. b. hilaris*, ma che lo preferiscano alla specie di sostituzione per la riproduzione. Pertanto, l'uso dell'ospite di sostituzione, più conveniente per l'allevamento di massa, almeno per questo aspetto non dovrebbe compromettere il potenziale di *S. cereicollis* nella soppressione del suo ospite naturale in campo. Un



Fig. 3. Adulti neosfarfallati di *Sclerodermus cereicollis* appartenenti ad un'unica covata.

altro aspetto indagato è relativo all'influenza della parentela tra le femmine di *Sclerodermus* sp. sul comportamento di paralisi e sulla gestione della covata. È stato evidenziato che **la parentela tra le femmine influenza l'attacco dell'ospite e il comportamento riproduttivo quando viene presentata una singola vittima**. Femmine sorelle cooperano sin da subito nella paralisi di ospiti di grandi dimensioni e infatti anche il tempo di paralisi si riduce rispetto a quando l'ospite è presentato a due femmine non sorelle (Abdi et al. 2020; Liu et al. 2021).

**Dato che osservare questi parassitoidi in natura risulta pressoché impossibile a causa della localizzazione degli ospiti all'interno dei tronchi delle piante, è proprio grazie ai test di laboratorio che si cerca di interpretare il loro possibile comportamento in natura.** La maggior parte

degli esperimenti di laboratorio sono stati condotti con gruppi piuttosto piccoli di fondatrici [1-8 fondatrici]. Tuttavia, considerando che da una covata possono emergere centinaia di individui, in natura molte fondatrici potrebbero trovarsi a condividere un ospite (con numeri anche molto maggiori di 8). Per questo motivo sono stati effettuati test no-choice in laboratorio finalizzati a forzare un sovrasfruttamento dell'ospite, fornendo a grossi gruppi di fondatrici [10, 25, 35, 45 e 55 fondatrici] un'unica vittima (Malabusini et al. 2022). Tali prove hanno evidenziato come all'aumento delle dimensioni del gruppo di fondatrici (oltre le 25 fondatrici) vi sia una riduzione della covata complessiva oltre che una diminuzione del successo pro capite, suggerendo una competizione tra le fondatrici che potrebbe coinvolgere la dominanza riproduttiva e/o l'ovicidio (Malabusini et al. 2022).

Una caratteristica molto particolare che è emersa da queste prove riguarda la sex ratio che rimane sempre estremamente bassa (solo il 10% della prole è costituita da maschi) e non è influenzata dal numero di fondatrici che condividono l'ospite (Abdi et al. 2020, 2021; Guo et al. 2022; Malabusini et al. 2022), o dalla parentela tra le stesse (Abdi et al. 2020; Guo et al. 2022).

Nonostante siano stati vari i tentativi di spiegare questa **sex ratio fortemente sbilanciata a favore delle femmine** (che normalmente per i parassitoidi si aggira intorno al 30%) (Tang et al. 2014), solo grazie ai risultati delle sperimentazioni di Malabusini et al. (2022) e a quelli ottenuti in parallelo da Guo et al. (2022) sono stati proposti modelli secondo cui **la dominanza e/o l'infanticidio potrebbero spiegare questa sex ratio così sbilanciata** (Lehtonen et al. 2023).

Tutti questi esperimenti di laboratorio, volti ad approfondire la conoscenza del ciclo vitale, dei processi di parassitizzazione e delle strategie comportamentali, hanno fornito importanti co-

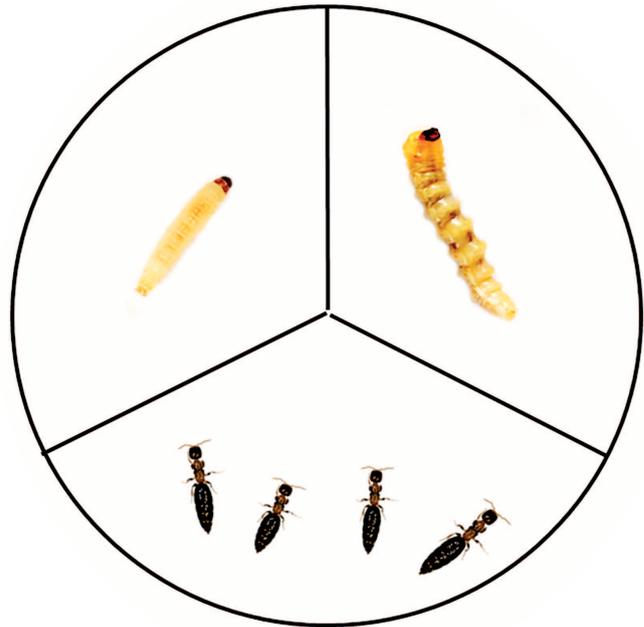


Fig. 4. Da Malabusini et al. 2023: schema esemplificativo di choice test, quando quattro *Sclerodermus cereicollis* hanno la possibilità di scegliere tra due larve ospiti differenti (*Psacotha hilaris hilaris* e *Corcyra cephalonica*).

noscenze che potranno essere utili per effettuare uno scaling-up verso un sistema sempre più complesso che possa simulare quello che realmente accade in natura e che è impossibile da osservare. L'obiettivo finale raggiungibile potrebbe quindi essere l'ottenimento di un efficiente modello di allevamento massale per il successivo rilascio in campo, seguendo in parte il modello già utilizzato in Cina per il controllo di alcuni parassiti forestali. Infatti, *S. guani* Xiao et Wu, *S. pupariae* Yang et Yao e *S. sichuanensis* Xiao, sono utilizzati per il controllo di *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae), vettore del nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) (Aphelenchida: Aphelenchida), e *Masicus raddei* (Blessig) (Coleoptera: Cerambycidae), uno degli xilofagi più distruttivi delle foreste cinesi (Yang et al. 2014).

## BIBLIOGRAFIA

- ABDI, M. K., HARDY, I. C. W., JUCKER, C. & LUPI, D. (2020). Kinship effects in quasi-social parasitoids II: co-foundress relatedness and host dangerousness interactively affect host exploitation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 130(4), 642-660.
- ABDI, M. K., JUCKER, C., DE MARCHI, B., HARDY, I. C. W., & LUPI, D. (2021). Performance of *Sclerodermus brevicornis*, a parasitoid of invasive longhorn beetles, when reared on rice moth larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 169, 64-78.
- GUO, Y., XI, M., LI, Y. & JIANG, M. (2019). Effects of different temperature treatments of *Tenebrio molitor* L. pupae on artificial breeding of *Scleroderma sichuanensis*. *Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology*, 46, 17-21.
- GUO, X., ZHAO, Q., MENG, L., HARDY, I. C. W. & LI, B. (2022). Reproductive skew in quasisocial parasitoids: how egalitarian is cooperative brooding? *Animal Behaviour*, 186, 191-206.
- JUCKER, C., HARDY, I. C. W., MALABUSINI, S., DE MILATO, S., ZEN, G., SAVOLDELLI, S., & LUPI, D. (2020). Factors affecting the reproduction and mass-rearing of *Sclerodermus brevicornis* (Hymenoptera: Bethyridae), a natural enemy of exotic flat-faced longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae). *Insects*, 11(10), 1-22.
- LEHTONEN, J., MALABUSINI, S., GUO, X. & HARDY, I. C. W. (2023). Individual- and group-level sex ratios under local mate competition: consequences of infanticide and reproductive dominance. *Evolution Letters*, 7(1), 13-23.
- YANG, Z. Q., WANG, X. Y., & ZHANG, Y. N. (2014). Recent advances in biological control of important native and invasive forest pests in China. *Biological Control*, 68, 117-128.
- LIU, Z., DENG, L., WANG, S., ZHENG, X., HOLYOAK, M., WICKHAM, J. D., TAO, Y., & SUN, J. (2021). Mortality risk promotes cooperation of wasps when paralyzing hosts. *Animal Behaviour*, 172, 135-144.
- LUPI, D., FAVARO, R., JUCKER, C., AZEVEDO, C. O., HARDY, I. C. W. & FACCOLI, M. (2017). Reproductive biology of *Sclerodermus brevicornis*, a European parasitoid developing on three species of invasive longhorn beetles. *Biological Control*, 105, 40-48.
- MALABUSINI, S., HARDY, I. C. W., JUCKER, C., SAVOLDELLI, S. & LUPI, D. (2022). How many cooperators are too many? Foundress number, reproduction and sex ratio in a quasi social parasitoid. *Ecological Entomology*, 47(4), 566-579.
- MALABUSINI, S., HARDY, I. C. W., JUCKER, C., GUANZANI, G., SAVOLDELLI, S. & LUPI, D. (2023). Reproductive performance effects of rearing the quasi-social parasitoid, *Sclerodermus brevicornis* (Hymenoptera: Bethyridae), on a facultitious host. *Journal of Insect Science*, 23(5), 7.
- MALABUSINI, S., & LUPI, D. (2024). Hyperparasitic showdown: *Sclerodermus cereicollis*, a non-aggressive but surprisingly secondary hyperparasitoid. *Journal of Entomological and Acarological Research*, 56(1).
- MASINI, P., PIERSANTI, S., LUPI, D., SALERNO, G. & REBORA, M. (2024). Antennal chemoreceptors in the European ectoparasitoid *Sclerodermus cereicollis* (Hymenoptera: Bethyridae). *Microscopy Research and Technique*, 1-17.
- TANG, X., MENG, L., KAPRANAS, A., XU, F., HARDY, I. C. W. & LI, B. (2014). Mutually beneficial host exploitation and ultra-biased sex ratios in quasisocial parasitoids. *Nature Communications*, 5(1), 1-7.

# L'IMPOLLINAZIONE DELLE COLTURE TROPICALI IN AMBIENTE MEDITERRANEO: IL RUOLO DELLE API E DI ALTRI INSETTI ANTOFILI

Roberto Catania, Marta Bonforte, Gaetana Mazzeo

*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università di Catania  
Via Santa Sofia 100, 95123 Catania*

## Introduzione

Nelle regioni mediterranee i significativi cambiamenti del clima stanno modificando pian piano le scelte produttive in campo agricolo; ciò è particolarmente evidente anche in Italia, e in particolare nelle regioni del Sud, dove l'innalzamento della temperatura, la siccità e la desertificazione spingono la coltivazione di molte specie verso nord e verso zone ad altitudini più elevate aprendo alla possibilità di impiantare colture originarie di ambienti tropicali o subtropicali in zone diventate idonee a causa delle mutate condizioni. In tali ambienti, si assiste sempre più all'impianto di colture tropicali quali mango, avocado, litchi, papaya, annona, passiflora ed altre che si aggiungono alle ormai radicate colture come gli agrumi, introdotte in epoche più remote. Le prospettive di sviluppo di tali colture sono interessanti, in particolar modo per avocado, mango e poche altre specie, che vedono un incremento delle superfici in diverse aree del meridione d'Italia, anche a seguito dell'esigenza di diversificare l'offerta rispetto a comparti in crisi come quello agrumicolo. A ciò si aggiunge la possibilità dei mercati europei di rispondere alla crescente domanda di prodotti a chilometro zero in

alternativa ai prodotti importati caratterizzati da notevoli costi economici e ambientali.

Tra le specie di maggiore interesse in Italia sia per estensione delle superfici coltivate, per lo più al meridione, sia per la risposta delle diverse cultivar alle nuove zone di coltivazione, vi sono l'avocado, l'annona e, principalmente il mango. Si tratta di specie con particolari biologie floreali che richiedono una corretta impollinazione per produrre frutti in quantità e qualità più elevate. Nelle aree di origine tali piante possono contare su agenti impollinatori efficaci che, in qualche caso, sono strettamente legati al territorio, come le api della tribù Meliponini in Centro e Sud America, efficienti impollinatori dell'avocado che risultano assenti nel Mediterraneo. Nelle aree di nuova coltivazione, pertanto, risulta importante conoscere l'entomofauna antofila di tali piante ed eventualmente porre in atto misure per aumentare la biodiversità negli ambienti di produzione.

## Impollinatori dell'annona nelle aree di origine e in Italia

La morfologia dei fiori di annona (*Annona cherimola* Mill., Annonaceae) influenza particolarmente la composizione degli insetti che possono

fungere da agenti impollinatori ed è alla base, inoltre, della modesta ed irregolare fruttificazione che si verifica nelle aree diverse da quelle di origine (Palmeri & Longo 1997). I fiori di questa specie sono infatti caratterizzati da uno stretto lume ottenuto da un appressamento dei petali carnosì (Continella et al. 1996; de la Peña et al. 2018). Questa peculiare caratteristica morfologica limita l'ingresso alla camera d'impollinazione esclusivamente a insetti di ridotte dimensioni, generalmente piccoli coleotteri delle famiglie Nitidulidae, Curculionidae e Chrysomelidae (Palmeri & Longo 1997; de la Peña et al. 2018). Nelle vallate andine del Perù e dell'Ecuador, aree di origine dell'annona, i coleotteri nitidulidi entrano nella stretta camera di impollinazione per ottenere un rifugio dai predatori, alimentarsi dei tessuti fiorali e accoppiarsi (impollinazione 'cantarofila') (Gottsberger 1999). Nonostante i fiori non producano nettare, la camera di impollinazione emette degli specifici odori che attraggono tali insetti (Gottsberger 1999). Il ruolo cruciale dei nitidulidi è stato dimostrato anche in altre aree di introduzione di questa specie come Israele, Stati Uniti e Australia (Caleca et al. 2002).

Considerando la notevole importanza di questi insetti per la produzione dei frutti, nelle aree di nuova introduzione sono stati svolti studi sulla possibilità di gestione delle popolazioni di nitidulidi negli impianti di annona, anche con l'uso di trappole a feromoni, che hanno fatto registrare aumenti significativi della percentuale di allegazione (Peña et al. 2002).

In Spagna, altro paese nel Mediterraneo dove l'annona è stata introdotta all'epoca dei Conquistadores, è stata rilevata sui fiori la presenza degli emitteri antocoridi *Orius laevigatus* (Fieber) e *O. albidipennis* Reuter (Gonzales 1991).

Le indagini svolte nel sud dell'Italia, in particolare modo in Sicilia orientale e Calabria, hanno evidenziato la presenza nei fiori di annona principalmente dei coleotteri *Notoxus trifasciatus*

Rossi (Anthicidae) e *Carpophilus tersus* Wollaston (Nitidulidae), dell'emittero *O. laevigatus* (Anthocoridae) e del tripide *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thripidae); sono state registrate anche sporadiche presenze del cotonello degli agrumi *Planococcus citri* Risso (Pseudococcidae) e della formica *Crematogaster scutellaris* (Olivier) (Formicidae) (Palmeri & Longo 1997; Palmeri et al. 2000). In altri studi condotti in Sicilia occidentale sono state riscontrate 49 specie di insetti (principalmente Hemiptera, Coleoptera, Thysanoptera, Hymenoptera e sporadici Blattodea, Dermaptera, Psocoptera, Diptera e Lepidoptera) e 7 specie di ragni (Araneae). Tra gli insetti, è stata evidenziata la presenza del nitidulide *C. tersus* e la maggiore frequenza di *O. laevigatus*, confermando l'importanza di quest'ultimo come impollinatore dell'annona in ambiente mediterraneo (Caleca et al. 2002).

### Impollinatori dell'avocado nelle aree di origine e in Italia

L'impollinazione dell'avocado (*Persea americana* Mill., Lauraceae) può avvenire tramite differenti modalità: l'autoimpollinazione o autogamia, la geitonogamia (che avviene quando il polline di un fiore è depositato sullo stigma di un altro fiore della stessa pianta) ed infine l'impollinazione incrociata (Gazit & Degani 2002). In base al comportamento florale, le cultivar di avocado si suddividono in gruppo A e gruppo B e l'impollinazione incrociata avviene quando gli insetti trasferiscono il polline da fiori di piante del gruppo B a quelli del gruppo A e viceversa. I fiori maschili delle varietà del gruppo B si aprono in coincidenza dell'apertura dei fiori femminili delle varietà del gruppo A, risultando così particolarmente efficienti nel 'servire' alle varietà A il loro polline (Gazit & Degani 2002). Al contrario, l'impollinazione delle varietà del gruppo B da parte delle piante del gruppo A risulta meno efficiente, essendo il periodo di coincidenza dei fiori ma-

schili e femminili più ridotto. L'impollinazione incrociata dell'avocado è necessaria per un incremento dell'allegagione dei frutti, sia nelle aree di origine, sia nelle aree di introduzione, comprese quelle del Mediterraneo (Gazit & Degani 2002). Gli insetti rappresentano gli agenti impollinatori più importanti e *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) risulta il principale pronubo nella maggior parte dei paesi in cui è stata introdotta questa coltura (Gazit & Degani 2002), sebbene i fiori di avocado siano frequentati da una notevole varietà di insetti appartenenti agli ordini Coleoptera, Diptera, Thysanoptera, Hemiptera e Hymenoptera. In Messico, nell'areale d'origine dell'avocado, i più importanti impollinatori sono rappresentati da circa dieci specie di api senza pungiglione della tribù Meliponini (Hymenoptera) dei generi *Geotrigona* Moure, *Nannotrigona* Cockerell, *Partamona* Schwarz, *Scaptotrigona* Moure e *Trigona* Jurine che frequentano in maniera consistente i fiori di avocado. Inoltre, un'azione importante è svolta dalla vespa messicana del miele *Brachygastra mellifica* (Say) (Hymenoptera, Vespidae), che riveste sia il ruolo di impollinatore che di nemico naturale di fitofagi all'interno degli impianti di avocado (Gazit & Degani 2002; de la Peña et al. 2018). Tra i ditteri, specie delle famiglie Calliphoridae, Muscidae e Syrphidae possono contribuire all'impollinazione, sebbene abbiano una bassa frequenza di visita ai fiori (de la Peña et al. 2018).

Indagini nel sud della Spagna hanno evidenziato la presenza di *A. mellifera*, *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera, Apidae), *Musca domestica* L. (Diptera, Muscidae) e del tripide *F. occidentalis* sui fiori di avocado (Cabezas & Cuevas 2007). Una simile composizione si è osservata anche in Sicilia, in impianti di avocado in provincia di Catania, dove i visitatori fiorali più frequenti sono stati il tripide *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché), calliforidi del genere *Lucilia* Robineau-Desvoidy, imenotteri formicidi e *A. mellifera* (Figura 1) (Palmeri et al. 2000).

## Impollinatori del mango nelle aree di origine e in Italia

I frutti del mango (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae) vengono prodotti a seguito di auto-impollinazione o di impollinazione incrociata mediata sia dal vento che da animali vertebrati e invertebrati (Ramírez & Davenport 2016). La modalità di impollinazione può variare in base alla cultivar e quella incrociata risulta la più importante per garantire l'allegagione dei frutti di svariate cultivar nelle aree di origine. Riguardo ai vertebrati, nelle aree tropicali i fiori di mango vengono visitati dai pipistrelli della frutta (Megachiroptera) il cui ruolo è ancora non del tutto definito. Gli insetti, invece, rivestono un ruolo cruciale, favorendo l'impollinazione incrociata e incidendo significativamente sull'allegagione dei frutti (Ramírez & Davenport 2016). Sia nei paesi di origine, come India e Bangladesh, sia in altre zone tropicali e subtropicali dove il mango è stato introdotto (come Australia, Brasile, Malesia, Giappone e Israele), gli insetti sono stati riconosciuti come un importante fattore per l'impollinazione di questa coltura e, tra questi, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera sono considerati i principali gruppi. In particolare, le api del genere *Apis* (specialmente *A. mellifera*), diverse specie di api selvatiche sociali della tribù dei Meliponini, api solitarie e ditteri appartenenti alle famiglie Calliphoridae e Syrphidae sono ritenuti i principali impollinatori nelle aree tropicali (Ramírez & Davenport 2016). Le coltivazioni di mango nel sud dell'Europa, ovvero in Spagna e in Italia, sono di recente introduzione e ad oggi non si ha conoscenza di quali siano gli agenti impollinatori per questa coltura in ambiente mediterraneo. Il recente studio di Sánchez et al. (2022) ha valutato il ruolo dell'impollinazione del sirfide *Eristalinus aeneus* (Scopoli) rilasciato su mango coltivato in serra nel sud della Spagna (Granada). Questo studio dimostra un notevole incremento della resa e

della qualità dei frutti in presenza di media e alta densità del sirfide all'interno delle serre. Gli autori, inoltre, hanno riportato alcune precedenti osservazioni sugli insetti che visitavano i fiori di mango coltivato in serra evidenziando la presenza di ditteri Calliphoridae, Sarcophagidae, Syrphidae, Tachinidae e imenotteri Vespidae, Sphecidae e alcuni apoidei tra cui *A. mellifera*, *B. terrestris*, *Osmia* sp. e *Xylocopa* sp. senza, tuttavia, aver condotto studi specifici volti a valutare la diversità degli insetti che visitano i fiori di mango in quegli ambienti e comprendere quale fosse il loro ruolo nell'impollinazione.

In Sicilia, il mango è stato importato per la prima volta negli anni Ottanta, tramite l'introduzione della varietà Kensington Pride nella provincia di

Catania; successivamente, ulteriori varietà sono state importate in altre zone costiere della Sicilia, in aree compatibili con lo sviluppo di questa specie, nelle province di Palermo, Messina e Catania. Considerando l'esigenza di ampliare le conoscenze sull'impollinazione del mango coltivato in ambiente mediterraneo, sono stati avviati dagli autori dei censimenti volti a valutare la ricchezza e l'abbondanza dei visitatori floreali di tale coltura in Sicilia. Lo studio, avviato nel 2022, è stato condotto in due impianti di mango con varietà Kensington Pride (uno a gestione integrata, l'altro a gestione biologica), siti nell'area di Fiumefreddo di Sicilia, in provincia di Catania, la quale rappresenta la prima area di introduzione della coltura. I censimenti sono stati realizzati

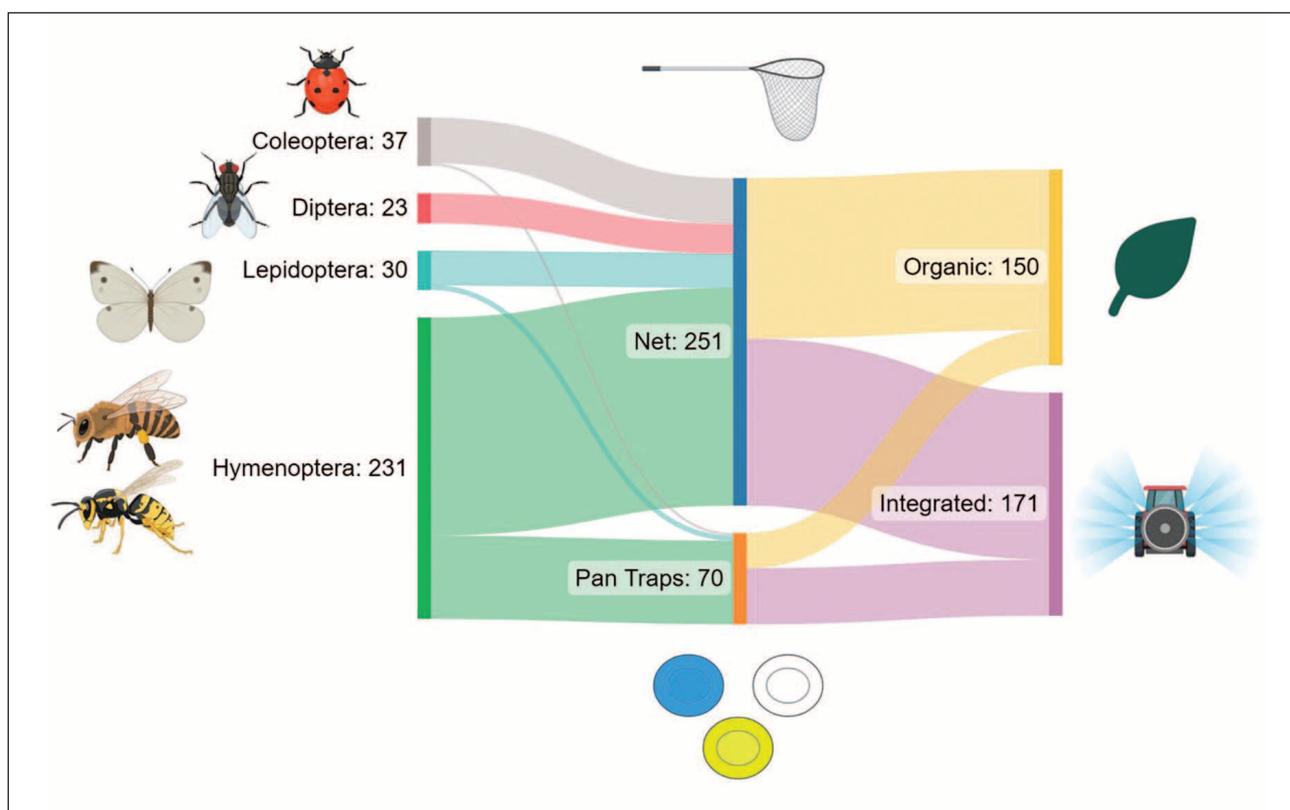


Fig. 1. Interazioni tra il numero di visitatori floreali (esclusa *A. mellifera*), appartenenti a differenti ordini, raccolti con le due modalità di censimento (transetto e pan traps) negli impianti di mango a gestione biologica e integrata in Sicilia.

svolgendo una raccolta attiva sui fiori all'interno di un transetto di 200x2 m e installando delle pan traps (bianche, blu e gialle) come metodo di raccolta passivo. I risultati preliminari (Catania et al. 2023) hanno evidenziato la presenza, oltre quella preponderante di *A. mellifera*, di 321 visitatori floreali selvatici raccolti nei due impianti di mango (150 nell'impianto a gestione biologica e 171 in quello a gestione integrata). La stragrande maggioranza (70%) degli antofili è stata raccolta sui fiori di mango e una ridotta percentuale sui fiori delle piante spontanee presenti nei transetti e nelle pan traps (Figura 1). Gli imenotteri hanno rappresentato la parte più rilevante tra gli insetti riscontrati sui fiori di mango (circa il 70%), comprendendo principalmente specie afferenti alle famiglie Colletidae (24%), Halictidae (19%), Scoliidae (8%), Andrenidae (5%), Apidae (escludendo *A. mellifera*, 4%), e Vespidae (4%) (Figura 2). Sui fiori di mango sono state riscontrate con più abbondanza api del genere *Hylaeus* Fabricius (Colletidae), *Lasioglossum* Curtis, *Halictus* Latreille, *Andrena* Fabricius, *Sphcodes* Latreille e *Xylocopa* Latreille. Altri visitatori floreali sono appartenenti principalmente alle famiglie Oedemeridae e Cantharidae (Coleoptera), Syrphidae (Diptera) e Pieridae (Lepidoptera) (Figura 1).

### Impollinatori di colture tropicali di antica introduzione in Italia

Anche su colture tropicali introdotte in epoche lontane e considerate ormai naturalizzate in Sicilia, come gli agrumi, il ficodindia e il nespolo del Giappone, sono state eseguite indagini finalizzate a valutare la diversità di insetti impollinatori. Su agrumi (*Citrus* spp.) è risultata quasi esclusiva la presenza di *Apis mellifera*, mentre sporadiche le osservazioni di *B. terrestris*, api solitarie dei generi *Halictus*, *Lasioglossum* e *Eucera* Scopoli e dei sirfidi *Parhelophilus frutetorum* F., *Sphaerophoria scripta* L. ed *Eupodes corollae* F.

(Mazzeo & Longo 2002). Sul nespolo del Giappone, *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., è stata evidenziata la presenza sui fiori di imenotteri, ditteri e lepidotteri (Mazzeo et al. 2004). Le due varietà indagate, il Nespolone di Trabia e l'Oblunga chiara, hanno mostrato un'attrattività simile nei confronti degli insetti impollinatori, rappresentati maggiormente dall'ape mellifera (*A. mellifera*), dal sirfide *Eristalis tenax* (L.) e dal calliforide *Stomorphina lunata* (Fabricius), oltre a specie di api dei generi *Bombus*, *Hylaeus*, *Lasioglossum* e *Xylocopa* e dal lepidottero ninfalide *Vanessa atalanta* (L.).

Sul fico d'india (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), originario del Centro America e presente in Sicilia sin dalla fine del XVII secolo, gli insetti impollinatori, indagati da Lo Verde & La Mantia (2011) sono rappresentati principalmente da Coleoptera, Hymenoptera e, in misura minore, Diptera, Lepidoptera ed Hemiptera. *Orius laevigatus*, *A. mellifera* e i coleotteri *Oedemera simplex* (L.) (Oedemeridae) e *Oxythyrea funesta* (Poda) (Cetoniidae) sono state le specie rinvenute con maggiore frequenza sui fiori di fico d'India.

### Considerazioni conclusive

La crescente richiesta di mercato di frutti tropicali, principalmente avocado e mango, ha portato ad una maggiore espansione delle superfici impiegate per la loro coltivazione, e, attualmente, la metà dei frutti tropicali coltivati nel mondo è rappresentata dal mango (Gentile et al. 2022). L'influenza del cambiamento climatico ha ampliato l'areale di diffusione delle specie tropicali e subtropicali al bacino del Mediterraneo, complice anche la filiera più corta, vista la vicinanza dei mercati dalle zone di coltivazione, che consente di ottenere una migliore qualità del frutto. Inoltre, colture come mango, annona e avocado si propongono sempre più come una risposta alla necessità di diversificare l'offerta



Fig. 2. Insetti impollinatori osservati su fiori di avocado (A-B) e mango (C-E) in Sicilia. A: *Apis mellifera*; B: formicide; C: *Apis mellifera*; D: *Vespula germanica*; E: *Megascolia maculata flavifrons*.

(Gentile et al. 2022). L'impollinazione di queste specie, nelle zone d'origine, è principalmente entomofila ed è un aspetto cruciale in quanto da questa dipende la resa e la qualità del frutto. L'adattamento al clima mediterraneo ha portato ad alcune modifiche delle piante, anche per quanto riguarda l'importante aspetto della biologia fiorale che, unito all'assenza degli impollinatori naturali delle aree di origine, può rendere problematica l'impollinazione e la successiva allegagione. Per l'avocado, per esempio, le api della tribù Meliponini, efficaci impollinatori in Messico, non sono presenti in Europa; per l'annona, invece, i coleotteri nitidulidi, impollinatori diffusi in Perù ed Ecuador, sono meno comuni nelle nuove aree di coltivazione, rendendo necessario approfondire gli studi sugli impollinatori

nelle aree mediterranee e incrementare le strategie per aumentarne la presenza e migliorare la loro azione. Il mango, introdotto più recentemente in Sicilia, mostra una buona presenza di insetti visitatori, tra cui lepidotteri, coleotteri, ditteri e principalmente imenotteri, ma dai primi studi emerge la necessità di continuare a monitorare e comprendere meglio quali specie siano più efficaci per la sua impollinazione. Oltre alle più diffuse e note colture tropicali emergenti, anche le colture introdotte da tempo e ormai stabili negli ambienti mediterranei, come gli agrumi, il nespolo del Giappone e il fico d'India, richiedono un'adeguata attenzione verso i loro impollinatori per migliorare la produttività. Studi su queste specie in Sicilia hanno identificato una serie di insetti impollinatori che contribuiscono

alla fruttificazione, sottolineando l'importanza della biodiversità entomologica negli ecosistemi. Tale biodiversità è essenziale per sostenere lo sviluppo delle colture tropicali nelle aree mediterranee; pertanto è necessario continuare a studiare e gestire eventualmente la presenza degli insetti che possono efficacemente svolgere il ruolo di impollinatori. L'implementazione di misure volte ad aumentare la biodiversità e a favorire la presenza di insetti impollinatori locali può contribuire significativamente al miglioramento della qualità di queste colture. Tra queste misure, il controllo degli insetti fitofagi, degli organismi

patogeni e delle piante infestanti dovrebbe essere realizzato in maniera sostenibile per l'ambiente e la salute degli organismi non-target, favorendo il controllo biologico, o attraverso la scelta di prodotti maggiormente selettivi ed evitando i trattamenti nei periodi di fioritura. Inoltre, negli ultimi anni, si è sempre più diffuso l'uso di aree inerbite, quali ad esempio le *flower strips*, all'interno di agroecosistemi al fine di creare habitat per gli impollinatori, per aumentarne l'abbondanza e, conseguentemente, le visite floreali, oltre che migliorare la qualità ambientale e sostenere la biodiversità.

## BIBLIOGRAFIA

- CABEZAS, C. & CUEVAS, J. (2007). Avocado Pollinators in Southeast Spain. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate). Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 Nov. 2007.
- CALECA, V., LO VERDE, G., RAGUSA, S. & TSOLAKIS, H. (2002). Insect and hand pollination of *Annona* spp. in Sicily. *Phytophaga*, 12, 117-127.
- CATANIA, R., BELLA, S., BONFORTE, M., LIMA, M.A.P. & MAZZEO, G. (2023). Floral visitors of Mango (*Mangifera indica* L.) in integrated and organic crops in Southern Italy. VII Simpósio Internacional de Entomologia - Viçosa (MG), Brasile, 17-22 settembre 2023.
- CONTINELLA, G., LONGO, S., ZAPPÀ, R. & PALMERI, V. (1996). Biologia florale e di fruttificazione di alcuni cloni di anona (*Annona cherimola* Mill.). *Italus Hortus*, 3, 32-38.
- DE LA PEÑA, E., PÉREZ, V., ALCARÁZ, L., LORA, J., LARRAÑAGA, N. & HORMAZA, I. (2018). Polinizadores y polinización en frutales subtropicales: implicaciones en manejo, conservación y seguridad alimentaria. *Ecosistemas*, 27(2), 91-101. Doi.: 10.7818/ECOS.1480.
- GENTILE, A., INGLESE, P. & TAGLIAVINI, M. (2022). *Arboricoltura speciale*. Edagricole Università & Formazione, 576 pp.
- GAZIT, S. & DEGANI, C. (2002). Reproductive biology. In “Whiley A.W., Schaffer B. & Wolstenholme B.N. (2002) *The Avocado, Botany, Production and Uses*”. CABI Publishing.
- GONZALES, J.A. (1991). Estudios sobre la polinización natural del Chirimoyo. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, Sevilla, 123 pp.
- GOTTSBERGER, G. (1999). Pollination and evolution in neotropical Annonaceae. *Plant Species Biology* 14, 143-152.
- MAZZEO, G., LONGO, S. (2002). Censimento dei pronubi in ecosistemi siciliani. Atti del Convegno “Il ruolo della ricerca in apicoltura”, Bologna, marzo 2002, 357-363.

MAZZEO G., LONGO S., PALMERI V., SEMINARA A., BELLA S., ZAPPALÀ L. (2004). Anthophilous insects in fruit orchards on Mount Etna (Italy). *Redia*, 87, 247-251.

PALMERI, V. & LONGO, S. (1997). Indagini sull'entomofauna antofila di *Annona cherimola* Mill. in Italia. *Apicoltore moderno*, 88, 3-16.

PALMERI, V., LONGO, S. & MAZZEO, G. (2000). Insect pollination of tropical fruit trees cultivated in Southern Italy. *Insects Social Life*, 3, 195-200.

PEÑA, J.E. (2002). Effect of pheromone bait stations in improving fruit set of *Annona* spp., by sap beetles in Florida. *Acta Hortic.* 575, 509-517. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.575.59 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.575.59>

RAMÍREZ, F. & DAVENPORT, T.L. (2016). Mango (*Mangifera indica* L.) pollination: A review. *Scientia Horticulturae*, 203: 158–168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.011>.

SÁNCHEZ, M., VELÁSQUEZ, Y., GONZÁLEZ, M. & CUEVAS, J. (2022). Hoverfly pollination enhances yield and fruit quality in mango under protected cultivation. *Scientia Horticulturae*, 304, 111320. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111320>.

# LA DIVERSITÀ DEGLI INSETTI ITALIANI E LE NUOVE CHECKLIST (ENTOMODENA, 13 APRILE 2024)

**S**abato 13 aprile scorso, in occasione della 59<sup>a</sup> edizione di Entomodena, in una delle strutture della Polisportiva che ospita l'evento modenese i nostri presidente e vicepresidente – Marco A. Bologna e Roberto Poggi – davanti a un pubblico soprattutto di giovani hanno tenuto l'interessante seminario “La diversità degli insetti italiani e le nuove checklist”.

Si è iniziato ripercorrendo il sorgere della moderna sistematica e faunistica entomologica nel nostro Paese a partire dall'Italia di fine Sette-

cento e dell'Ottocento, per proseguire poi attraverso il secolo scorso fino ad oggi, ricordando sia gli studiosi più rappresentativi (da Scopoli e Rossi in poi) e le aree geografiche via via indagate, sia gli snodi particolarmente significativi come i Congressi degli scienziati italiani promossi a Pisa da Carlo Luciano Bonaparte in epoca preunitaria, o la fondazione a Firenze, provvisoria capitale d'Italia, della Società Entomologica Italiana (1869), nonché il suo trasferimento, decenni dopo, a Genova (1922), città da



*Fig. 1. La sala della conferenza e il numeroso pubblico.*

allora e per decenni fulcro di ricerca tassonomica e faunistica sugli insetti in Italia. Sono state focalizzate tappe rilevanti come le pionieristiche campagne ottocentesche di ricerca nel sud della penisola e nelle isole, via via concretizzate in significativi lavori di sistematica e faunistica, la pubblicazione attorno alla metà del Novecento delle prime ‘faune’ nazionali soprattutto su coleotteri e lepidotteri, il particolare fervore del secondo dopoguerra, che ha visto ad esempio l’avvio di progetti pubblici finalizzati allo studio della diversità degli insetti nel nostro paese, la messa a punto di chiavi di classificazione per le specie d’acqua dolce, la creazione della collana “Fauna d’Italia” (il primo volume, sugli Odonati, risale al 1956; ad oggi ne sono usciti 54, in gran parte su insetti; una decina sono in preparazione o in dirittura d’arrivo).

Infine, è stato sviluppato il tema delle Checklist, volte a censire l’intera diversità animale, che è soprattutto entomologica, nel nostro paese. Circa un decennio dopo la prima checklist, edita nella prima metà degli anni Novanta – siamo stati il primo paese europeo a mettere a punto uno strumento conoscitivo per quanto possibile completo di questo genere – un perfezionamento è consistito nella checkmap, mirante a fornire maggior dettaglio sulla distribuzione dei taxa. Dal 2021 sono iniziate le nuove checklist solo online per i singoli gruppi di metazoi. Dati numerici alla mano, i relatori hanno sottolineato l’incremento significativo delle conoscenze sulla consistenza dell’entomofauna italiana verificatosi nell’ultimo trentennio.

Ogni anno si registra l’individuazione di oltre un centinaio di nuove specie autoctone d’insetti italiani, fenomeno dovuto in parte anche al concorso di metodiche diagnostiche molecolari che integrano lo studio morfologico tradizionale e affinano le potenzialità discriminative. Degni di nota anche, da un lato il crescente e preoccupante ingresso di specie alloctone invasive, dall’altro l’urgenza di salvaguardare la biodiversità

autoctona che annovera non poche specie d’insetti per vari motivi minacciate. Un punto critico è la preoccupante flessione numerica dei tassonomi, a livello non solo italiano ma europeo: i circa trent’anni che ci separano dall’edizione della prima checklist hanno visto un progressivo calo percentuale di circa il 50% dei sistematici specialisti su qualche gruppo d’insetti o altri animali, per motivi anagrafici, non compensato da un adeguato sorgere di giovani leve.

Il seminario si è concluso con uno sguardo alle nuove prospettive, in cui rientra l’NBFC (National Biodiversity Future Centre), che si prefigge come principali obiettivi un museo nazionale della biodiversità, un corso di dottorato nazionale di tassonomia, la crescita delle conoscenze tassonomiche, la creazione di nuove collezioni scientifiche, la digitalizzazione delle collezioni, una banca nazionale del gene (almeno il barcode) delle specie endemiche e minacciate, e nuove ricerche faunistiche soprattutto in Italia meridionale. Al termine i due relatori si sono intrattenuti con il pubblico rispondendo alle numerose domande. (*Rinaldo Nicoli Aldini*)



Fig. 2. I due relatori: Roberto Poggi (a sinistra) e Marco A. Bologna (a destra).

# LA SOCIETÀ ENTOMOLOGICA ITALIANA RICORDA FILIPPO SILVESTRI NEL 150° ANNIVERSARIO DELLA SUA NASCITA

Nel 150° anniversario della nascita di Filippo Silvestri, illustre entomologo italiano, la Società Entomologica Italiana ha contribuito a due eventi commemorativi per onorare la sua figura e il suo importante contributo alla scienza.

Il 4 maggio scorso, nella sua città natale Bevagna, si è tenuta una commemorazione voluta dall'Amministrazione Comunale presso le Logge del Mercato Coperto, nella piazza dedicata a Silvestri. Il socio Marzio Zapparoli ci ha rappresentato con un intervento su Silvestri e le sue attività di ricerca di base e applicata sullo studio della diversità animale. Invece Antonio Pietro Garonna ha ripercorso le straordinarie avventure scientifiche dell'entomologo. La giornata si è poi conclusa con una visita allo studiolo dello scienziato a Palazzo Lepri.

Il 14 giugno scorso, l'Università di Napoli Federico II, in collaborazione con l'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia e la Società Entomologica Italiana, ha conferito il recente premio scientifico internazionale "Filippo Silvestri Memorial Award" all'entomologo statunitense George E. Heimpel dell'Università del Minnesota. Il premio (per il quale anche il Presidente SEI era nella giuria per la selezione del vincitore), riconosce l'eccezionale contributo del Prof. Heimpel nel campo del controllo biologico degli insetti dannosi. *"Questo premio rappresenta l'onore più grande della mia vita"*, ha dichiarato commosso Heimpel, esprimendo la sua profonda gratitudine per il riconoscimento ricevuto.

George Heimpel, considerato un punto di riferimento internazionale per la lotta biologica, ha



Fig. 1. Marzio Zapparoli a Bevagna di fianco al manifesto dell'evento su Filippo Silvestri.



Fig. 2. L'Aula Magna dell'Università Federico II di Napoli durante la cerimonia di premiazione.



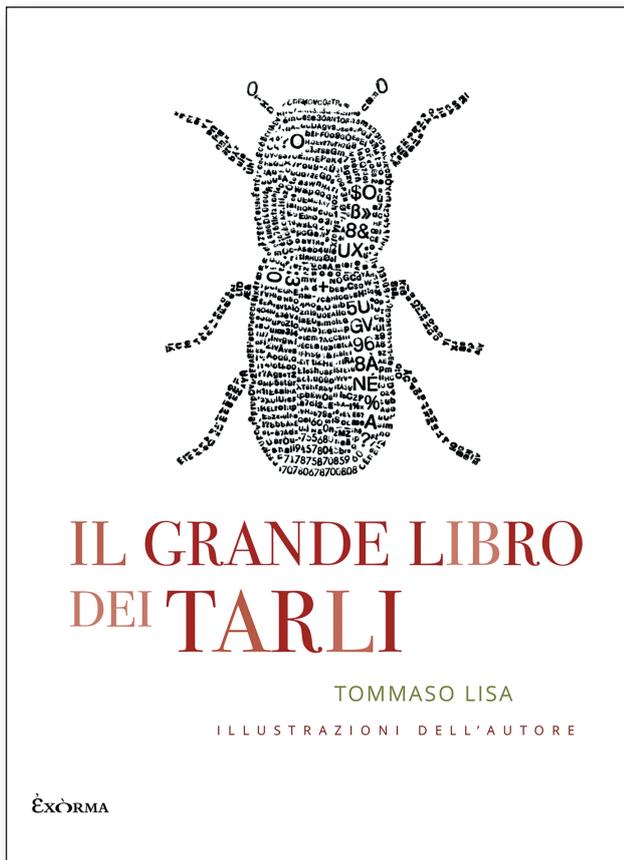
Fig. 3. La premiazione del Prof. Heimpel (secondo da sinistra). All'estrema destra il Presidente dell'ANIE Francesco Pennacchio.

presentato i principali rischi e benefici del controllo biologico, illustrando le sue recenti ricerche per il controllo di *Philornis downsi*, un parassita aviario che minaccia i fringuelli di Darwin nelle isole Galápagos.

Il Magnifico Rettore con il Direttore del Dipartimento di Agraria dell'Università di Napoli Federico II e il Presidente dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia hanno reso omaggio a Silvestri, sottolineando il suo straordinario eclettismo nella conduzione di ricerche di sistematica, biologia di base e applicata in zoologia e entomologia agraria.

Gli eventi commemorativi hanno dimostrato il grande impatto che Filippo Silvestri ha avuto sulla scienza e l'eredità entomologica che ha lasciato. La Società Entomologica Italiana, attraverso queste iniziative, ha contribuito a mantenere viva la memoria del pioniere italiano e a ispirare le nuove generazioni di entomologi di tutto il mondo.

## SEGNALAZIONI BIBLIOGRAFICHE



**Lisa T.** 2024. *Il grande libro dei tarli*. Exòrma Edizioni, Roma, 172 pp.

Forse non tutti hanno badato al fatto che anagrammando “tarlo” otteniamo “altro”. Questo curioso volumetto di Tommaso Lisa, aperto da una bella copertina disegnata da Luciano Ragozzino e corredato da numerosi disegni dell’autore, ci accompagna attraverso le riflessioni dell’autore su questi animali. “Tarlo” qui indica un po’ tutti i piccoli coleotteri che vivono nel legno:

principalmente scolitidi, anobidi e bostrichidi. Gli alieni “geroglifici” disegnati dagli scolitidi con i loro sistemi di gallerie, una sorta di grande “libro” scritto sui tronchi, sono il principale spunto che Tommaso Lisa, con il suo consueto stile, sviluppa, alternando profonde osservazioni, poesia e nozioni scientifiche. Tra realtà e finzione, tra Athanasius Kircher e un fantomatico professore del CREA, le *Lettres à Julie* di Mulsant, e tanti artisti, letterati e scienziati che si sono occupati di questi insetti.



**Giachino P. M., Allegro G., Vailati D.** 2024. *The blind Pterostichini of southeastern Europe and Anatolia*. Memoirs on Biodiversity n. 6. WBA Books, Verona, 430 pp.

Il volume verrà pubblicato il prossimo settembre. Frutto di più di trenta anni di ricerche sulla fauna ipogea della Grecia. Gli autori qui si occupano della sistematica del complesso *Speluncarius + Tapinopterus*. Vengono descritte ben 107 nuove specie. Il tutto con un corredo di 950 illustrazioni (disegni e fotografie a colori) e un'ampia discussione biogeografica.



**Aberlenc H. P. (ed.)** 2024. *Insectes du Monde. Biodiversité, classification, clés de détermination des familles*. Museo Editions, Plaisan, 1500 pp. (in due volumi)

Riedizione dell'opera pubblicata nel 2021 (che ha vinto il Premio Réaumur della società entomologica francese), aggiornata scientificamente, arricchita da nuove immagini e soprattutto modificata nell'impostazione: non più un volume di testo e un volume di tavole. Questa volta testi e illustrazioni sono mescolati in tutti e due i volumi. Anche il formato viene modificato, aumentando le dimensioni (25x34 cm). La nuova edizione sarà in commercio il prossimo autunno.

# EVENTI E NOTIZIE IN BREVE

## IX INCONTRO NAZIONALE SUI FITOPLASMI E LE MALATTIE DA FITOPLASMI UDINE, 3-5 SETTEMBRE 2024 (L'EVENTO HA IL PATROCINIO DELLA SOCIETÀ ENTOMOLOGICA ITALIANA)

## EUROPEAN PHD NETWORK "INSECT SCIENCE" XV ANNUAL MEETING, FIRENZE, 13-15 NOVEMBRE 2024



European PhD Network "Insect Science" - XV Annual Meeting  
Firenze, 13-15 November 2024  
c/o CREA – Centro di Ricerca per la Difesa e la Certificazione, Firenze

**SAVE THE DATE**  
**13 – 15 November 2024**

The 15th Annual Meeting of the European PhD Network in "Insect Science" will be held in Firenze from Wednesday, November 13 to Friday, November 15, 2024.

This meeting is a well-established tradition for doctoral and post-doctoral students in entomology and related fields. Organized by the Società Entomologica Italiana and the Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, the event will take place at the headquarters of the Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, located at CREA Cascine del Riccio, Firenze (IT).

The meeting will feature sessions based on the abstracts we receive, covering a broad range of themes. Presentations will be either regular (10-15 minutes, depending on the number of presenters) or short (3-5 minutes).

Based on your feedback from last year, we explored other locations in the city center, but for several reasons, we have confirmed the venue at Cascine del Riccio.

This year, the program will be organized into thematic groups rather than a mixed order of speakers.

We are confident you will appreciate this effort.

Please note that the number of participants is limited. If registrations exceed the limit, priority will be given on a first-come, first-served basis.

More details will be provided in late July.  
We look forward to meeting you in Firenze.

Best regards,

The organizers

*Gianfranco Anfora, Morena Casartelli, Eric Conti, Francesca Romana Dani*

---

Segreteria Organizzativa Event Planet Srl Contact: Marina Morra - marina.morra@eventplanetgroup.com

## Istruzioni per gli Autori

Ogni contributo, di regola in italiano, dovrà essere inviato in formato word, giustificato, con caratteri Times New Roman di misura 12 (14 per i titoli, 10 per le bibliografie) e con interlinea 1,5. Il nome dell'autore o degli autori dovrà essere collocato sotto il titolo (fatta eccezione per le recensioni, per le quali il nome dell'autore è indicato alla fine del testo, seguito dall'indirizzo e-mail tra parentesi). L'indicazione dell'affiliazione e dell'indirizzo e-mail, in corsivo, sono facoltative. Gli autori sono incoraggiati a evidenziare in grassetto parole o pezzi di frasi per agevolare la comprensione e la lettura rapida del testo. Per gli articoli molto lunghi è anche consigliato lasciare una riga vuota tra un blocco di una certa dimensione e l'altro.

I nomi scientifici dovranno essere scritti in corsivo. L'indicazione di autore e data del nome è facoltativa. I riferimenti bibliografici dovranno essere citati nel testo come segue: "Rossi (2015)" o "(Rossi 2015)" o "(Rossi & Bianchi 1999; Rossi et al. 2015; Bianchi 2020)". La bibliografia è facoltativa e va comunque limitata all'essenziale evitando di superare i quindici titoli, salvo eccezionali esigenze. I titoli citati nelle eventuali bibliografie dovranno avere il seguente formato (si raccomanda di riportare i nomi degli autori in maiuscoletto e non in maiuscolo e i titoli delle riviste per intero e non in forma abbreviata):

DI GIULIO, A. & MOORE, W. (2004). The first-instar larva of the genus *Arthropterus* (Coleoptera: Carabidae: Paussinae): implications for evolution of myrmecophily and phylogenetic relationships within the subfamily. *Invertebrate Systematics*, 18(2), 101-115.

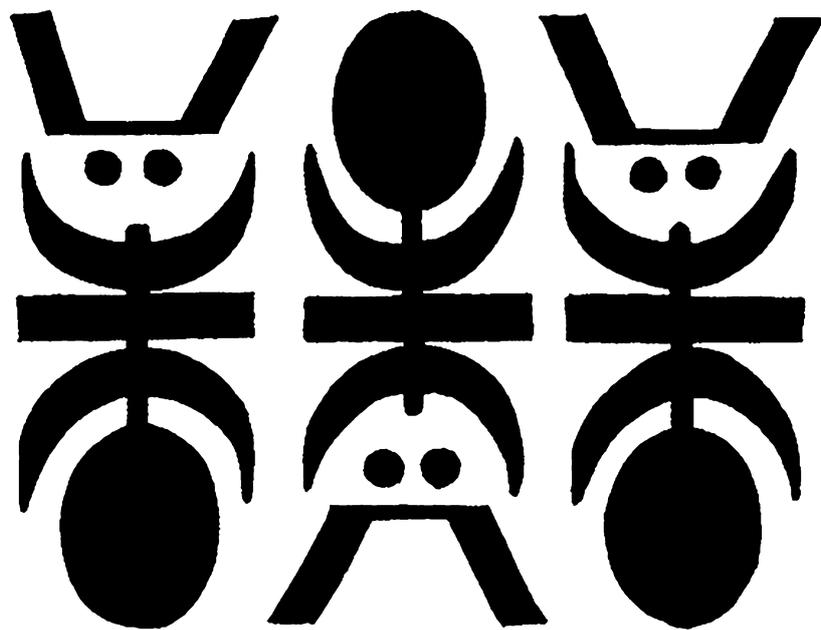
ZANINI, G. (1963). *Storie di insetti*. La Scuola Editrice, Brescia, 42 pp.

Le illustrazioni, in regola con i diritti d'autore, dovranno avere formato jpeg e risoluzione sufficiente ma non eccessiva (non superiori a 1 MB ciascuna). Ogni figura dovrà avere come unico nome le iniziali del primo autore e il numero progressivo: es. la figura 1 dell'articolo di Mario Rossi diventa MR1. Al termine dell'articolo dovranno essere indicate le didascalie di ogni figura, in corsivo (conseguentemente i nomi scientifici non saranno in corsivo e andranno evidenziati in grassetto), con il formato seguente:

*Fig. 7. Da Gli insetti, 1979: Calliphora erythrocephala e Sarcophaga haemorrhoidalis.*

La Redazione si riserva di inserire le figure nel testo o alla fine dell'articolo. L'autore può suggerire le proprie preferenze ma la redazione potrà decidere altrimenti.

**S O C I E T A'**



**ENTOMOLOGICA  
I T A L I A N A**