



CODICE ARMONICO 2014

Quinto congresso di scienze naturali
Ambiente toscano

a cura di

Alessandro Lenzi, Laura Leoni, Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Carla De Santi
Patrizia Dell'Agnello, Valentina Domenici, Enzo Feri, Pierluigi Lenzi
Elvezio Montesarchio, Pier Paolo Piombanti, Simona Sagona, Marcello Santinelli

Associazione "Amici della Natura Rosignano"
Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay



Edizioni ETS

Questo volume è stato realizzato grazie al contributo di:



Comune di Rosignano Marittimo



Chema Srl, "Research and Technology for a green world"

Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay
www.musrosi.org - tel. 0586 767052 - info musrosi@tiscali.it

Comitato organizzatore:

Alessandro Lenzi (Presidente), Laura Leoni (Segreteria)
Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Patrizia Dell'Agnello, Carla De Santi, Valentina Domenici, Enzo Feri
Pierluigi Lenzi, Elvezio Montesarchio, Pier Paolo Piombanti, Simona Sagona, Marcello Santinelli

Comitato scientifico:

Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Pierdomenico Burgassi, Ferruccio Chiesa, Giorgio Culivicchi
Valentina Domenici, Daniela Gasperini, Stefania Giannarelli, Franco Giorgi, Alessandro Lenzi
Giacomo Lorenzini, Letizia Marsili, Renzo Mazzanti, Cristina Nali, Lorenzo Peruzzi
Paolo Pesca, Giovanni Pratesi, Francesca Ruggeri, Fabrizio Serena, Paolo Squarci, Giuseppe Vella

© Copyright 2014
EDIZIONI ETS
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa
info@edizioniets.com
www.edizioniets.com

Distribuzione
PDE, Via Tevere 54, I-50019 Sesto Fiorentino
[Firenze]

ISBN 978-884673889-9

indice

1.	Comunicare il Museo Scientifico con i Social Network <i>A. Scarpellini</i>	9
2.	Dinamica dei litorali e sicurezza nella balneazione <i>V. Rosas, C. Loi, I. Nicotra, E. Pranzini</i>	16
3.	Zanzare (Diptera: Culicidae), potenziali vettori di malattie, nell'area portuale di Civitavecchia <i>V. Laghezza Masci, M. Di Luca, L. Toma, F. Severini, D. Boccolini, G. Gambellini, M.C. Belardinelli, L. Guerra, M. Catenacci, F. De Martino, R. Romi & A.M. Fausto</i>	25
4.	Macromiceti del versante lucchese del Monte Pisano (Comune di Lucca - LU): contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano IV <i>R. Narducci, A. Cecchini</i>	33
5.	Macromiceti del versante lucchese del Monte Pisano (Comune di Capannori - LU): contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano V <i>R. Narducci, A. Cecchini</i>	43
6.	Conservazione di specie di uccelli selvatici a rischio estinzione: studi preliminari e primi risultati sulla crioconservazione degli spermatozoi di astore (<i>Accipiter gentilis</i>) <i>F. Batocco, A. Rita Taddei, M. Marzoni, A. Castillo, D. Arcioni, E. Arcioni, A.M. Fausto</i>	53
7.	Il ruolo della Storia della Scienza nell'insegnamento e divulgazione delle discipline scientifiche <i>M.R. Ghiara, R. Gianoli, C. Petti, M. Toscano, M. Rossi</i>	60
8.	Modello di dinamica di popolazione del corallo solitario simbiotico <i>Balanophyllia europaea</i> (Scleractinia, Dendrophyllidae) a Calafuria <i>F. Gizzi, V. Airi, E. Caroselli, S. Goffredo</i>	68
9.	Contributo molecolare alla conoscenza del bivalve mitilide alloctono <i>Xenostrobus securis</i> in ambienti costieri del Mediterraneo occidentale <i>M. Barbieri, F. Maltagliati, G. Di Giuseppe, P. Cossu, C. Lardicci, A. Castelli</i>	73
10.	Artropodi dell'isola di Montecristo (arcipelago Toscano) osservati negli anni 2011-2012 <i>F. Strumia, G. Pagliano, L. Filippi</i>	78
11.	Il suolo come sistema biologico ed il ruolo della radice <i>P. Nannipieri</i>	89
12.	Mimetismo animale marino <i>F. Chiesa</i>	94

- | | | |
|-----|---|-----|
| 13. | La miniera di rame di Quercianella
<i>B. Bottacchiari, A. Ciampalini, F. Sammartino</i> | 103 |
| 14. | Utilizzo di <i>Tillandsia usneoides</i> come indicatore della qualità dell'aria nel Comune di Pisa
<i>E. Pellegrini, I. Mancini, A. Campanella, C. Nali, G. Lorenzini</i> | 115 |
| 15. | Un caso di studio nell'ambito dell'educazione ambientale: il biomonitoraggio dell'ozono nelle scuole nell'areale della Valdera (Pisa) nella primavera 2012
<i>E. Pellegrini, A. Campanella, R. Papini, M. Tonelli, C. Nali</i> | 123 |
| 16. | Repellenza degli oli essenziali di piante officinali nei confronti della zanzara tigre <i>Aedes albopictus</i> Skuse (Diptera: Culicidae)
<i>B. Conti, G. Benelli</i> | 132 |
| 17. | Dal litorale di Antignano evidenze geologiche a sostegno delle più recenti ipotesi sulla formazione della catena nordappenninica.
<i>M. Rossi, P.L. Vercesi</i> | 138 |
| 18. | Prima segnalazione di <i>Salamandrina perspicillata</i> (Savi, 1821) (Amphibia, Urodela) nei Monti Livornesi
<i>S. Lefosse, A. Riga, F. Sammartino</i> | 148 |
| 19. | Live fast & die hard! La strage dei barbagianni <i>Tyto alba</i> nel tratto Carrara-Livorno della autostrada A-12 nel quadriennio 2009-2012
<i>R. Gherardi, T. Zagoršek, C. Donati, M. Mastrorilli, G. Bedini</i> | 153 |
| 20. | Studio di mieli toscani monoflorali mediante tecniche chimiche cromatografiche e spettroscopiche
<i>E. Parri, A. Lenzi, M. Cifelli, A. Restivo, I. Degano, E. Ribechini, M. Zandomenighi, V. Domenici</i> | 159 |
| 21. | Speciazioni graduali o punteggiate? La controversia tra Gradualismo Filetico e Equilibri Intermittenti
<i>A. Riga, M. Ricci</i> | 170 |
| 22. | Peculiarità e problematiche della pesca artigianale in Toscana
<i>R. Silvestri, M. Sbrana, P. Sartor, S. De Ranieri</i> | 177 |
| 23. | I Minerali del Torrente Ugione
<i>F. Sammartino</i> | 183 |
| 24. | Reef Check Italia <i>onlus</i> e il volontariato subacqueo a Calafuria e Salivoli (LI)
<i>F. Benvenuti, L. Talini, C. Valdisalici, M. Previati, M. Ponti, C. Cerrano</i> | 195 |
| 25. | I reperti in osso e conchiglia dagli scavi del sito del Paleolitico superiore finale di Greppi Cupi, Castagneto Carducci (Livorno)
<i>F. Sammartino, M. Bisconti</i> | 202 |

26.	Nuove ipotesi sull'estinzione dei neandertaliani <i>E. Carnieri</i>	208
27.	Note sulla presenza di <i>Testudo hermanni</i> (Gmelin 1789) sui Monti Livornesi <i>F. Sammartino, S. Lefosse</i>	215
28.	Ruolo del sistema immunitario sociale dell' <i>Apis mellifera</i> L. contro la Peste Americana: un nuovo approccio contro <i>Paenibacillus larvae</i> <i>S. Sagona, B. Turchi, M. Giusti, B. Torracca, F. Fratini, R. Nuvoloni, D. Cerri,</i> <i>A. Felicioli</i>	221
29.	Indagine sulle mineralizzazioni a solfuri misti della Punta di Pietralta (Isola del Giglio - GR) e sui loro minerali di alterazione <i>A. Fei, V. Marinai</i>	226
30.	Studio di una raccolta toscana di <i>Neourmula pouchetii</i> , specie fungina rara su tutto il territorio nazionale <i>G. Cacialli, M. Della Maggiora, M. Paoli</i>	234
31.	Biomonitoraggio dell'ozono: dalle insegnanti ai bambini <i>E. Galluzzi, M. Orsini, E. Pellegrini</i>	239
32.	Trend temporale della contaminazione da organoclorurati in cetacei spiaggiati e <i>free-ranging</i> del Mar Mediterraneo <i>L. Marsili, D. Coppola, L. Carletti, M. Bains, M.C. Fossi</i>	245
33.	Imenotteri Mutillidae dell'Arcipelago Toscano <i>F. Strumia, G. Pagliano</i>	250
34.	Conservazione e valorizzazione del germoplasma viticolo toscano <i>G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, G. Ferroni, S. Paolicchi, C. Fausto, L. Bedini, E. Ducci,</i> <i>G. Mattei</i>	255
35.	Le viti selvatiche <i>M. Bornice, G. Scalabrelli, C. D'Onofrio</i>	264
36.	Donne nel cuore caldo della Toscana <i>P.D. Burgassi</i>	271
	Indice alfabetico delle parole chiave	281
	Indice alfabetico degli Autori	285
	Indice degli Enti rappresentati	292



P r e f a z i o n e

Cari lettori

È con grande gioia che siamo giunti a questa quinta edizione del Congresso CODICE ARMONICO 2014. 4 Università toscane, 7 Università non toscane, 1 centro interuniversitario, 12 dipartimenti universitari, 17 associazioni e istituzioni tecniche, 6 musei, e 120 scienziati e studiosi hanno deciso anche per questa edizione di proporre i risultati delle proprie ricerche scientifiche sul territorio toscano dimostrando che c'è ancora molto da raccontare. Questa nostra bella regione famosa in tutto il mondo per le meraviglie dell'arte che accoglie, per i paesaggi affascinanti e per le produzioni agricole di eccellenza che raggiungono ogni angolo del mondo, merita di essere descritta anche con l'occhio dello scienziato. E forse non è un caso che si possa parlare con altrettanto entusiasmo di un quadro del Bernini, o assaporare un vino delle nostre colline con la stessa meraviglia ed ammirazione con cui si può parlare della flora e della fauna che popolano l'Isola di Montecristo o dei cetacei che solcano i nostri mari. In tutti i casi, quella che si manifesta è una rassegna del bello, una naturale assonanza fra argomenti diversi della cultura che forse dà ancor più senso a quell'armonia che abbiamo evocato nel nome del congresso.

Ad onor del vero quel che di più bello c'è in questa rassegna è la passione che si legge in ogni riga dei lavori scritti, in ogni passo degli articoli dove amore, dedizione e perseveranza hanno creato un articolo, ognuno dei quali è una piccola goccia che si aggiunge al sapere umano.

Il comitato organizzatore ed il comitato scientifico hanno avuto un grande privilegio: leggere gli articoli via via che giungevano, vederli crescere e riconoscere in essi, costantemente, la grande passione per la conoscenza di tutti gli autori.

Inoltre è emerso un fenomeno interessante: si è creata una rete che naturalmente congiungeva i lavori l'uno all'altro. Ciò dava significato a quella interdisciplinarietà che noi abbiamo sempre voluto per questo congresso. Essa non è mai stata motivo di confusione o di attrito; si è rivelata, al contrario, come uno degli elementi che rafforza ancor più questa iniziativa. Il primo degli articoli si lega naturalmente ai successivi sino all'ultimo, non importa se si parla di una tartaruga da una parte e di un delfino dall'altra. Vi è sempre qualche elemento in comune che li lega e dà ancor più valore al lavoro scientifico presentato. In questo senso scienziati e studiosi saranno felici di trovarsi tra altri autori, che magari non conoscono, ma che hanno avvalorato ancor più il loro studio e la loro ricerca scientifica. Quindi un particolare ringraziamento è rivolto agli scienziati e agli studiosi e alle numerose istituzioni che essi rappresentano perché ancora una volta hanno avuto il desiderio di presentare il frutto delle proprie ricerche nel contesto di CODICE ARMONICO.

Non vogliamo dimenticare nei ringraziamenti i membri del *Comitato organizzatore* (Laura Leoni, Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Patrizia Dell'Agnello, Carla De Santi, Valentina Domenici, Enzo Feri, Pierluigi Lenzi, Elvezio Montesarchio, Pier Paolo Piombanti, Simona Sagona, Marcello Santinelli) e del *Comitato scientifico* (Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Pierdomenico Burgassi, Ferruccio Chiesa, Giorgio Culivicchi, Valentina Domenici, Daniela Gasperini, Stefania Giannarelli, Franco Giorgi, Alessandro Lenzi, Giacomo Lorenzini, Letizia Marsili, Renzo Mazzanti, Cristina Nali, Lorenzo Peruzzi, Paolo Pescia, Giovanni Pratesi, Francesca Ruggeri, Fabrizio Serena, Paolo Squarci, Giuseppe Vella) che tanto si sono prodigati per la buona riuscita del congresso.

Rosignano Solvay, 15 Marzo 2014

Alessandro Lenzi



Comunicare il Museo Scientifico con i Social Network

Alba Scarpellini^{1*}

Parole chiave: Museo Storia Naturale Firenze, web 2.0, social networks, social media, strategia comunicazione social

I musei scientifici hanno sempre più necessità di comunicare le collezioni che possiedono e le conoscenze prodotte dalla propria attività di ricerca.

Le nuove tecnologie e i social networks offrono molteplici strumenti per favorire una migliore e più capillare comunicazione. Si è passati rapidamente da una comunicazione uni-direzionale di tipo tradizionale ad una comunicazione fatta di rimandi reciproci dove la distinzione tra mittente e destinatario è sempre più sfumata.

Il Museo di Storia Naturale di Firenze (MSN) ha costruito la propria presenza sui social networks per estendere e differenziare le occasioni di partecipazione da proporre al suo pubblico sfruttando le risorse comunicative e relazionali proprie del web 2.0. A titolo di esempio si descrivono in questa relazione alcuni eventi: Mostra Rinascimento Virtuale (2007/8), Gioco didattico "Il Giardino Meraviglia" (2010/11), Mostra Dinosauri in Carne e Ossa (2012) e Invasioni Digitali (2013), che sono serviti al MSN per sperimentare l'efficacia di una campagna di comunicazione fatta attraverso i mondi virtuali e i social networks.

I social media più diffusi (Facebook, Twitter) ci mettono a disposizione efficaci strumenti per misurare l'impatto della comunicazione. Sono sistemi che forniscono un quadro descrittivo esatto delle persone che hanno scelto di seguirci. Le tabelle e i grafici danno informazioni sulle diverse tipologie di utenti, suddivisi per sesso, fasce di età e luoghi geografici di appartenenza oltre a permettere la verifica di quali sono i contenuti che sollecitano una maggiore interazione con i propri utenti e quali invece necessitano di una calibrazione diversa.

Si suggerisce poi una riflessione sul riconoscimento delle professionalità e sulla riorganizzazione del lavoro di chi si deve occupare della diffusione delle informazioni sulle attività e sui saperi del Museo.

Introduzione

In questi anni è in atto un cambiamento epocale che investe il settore della comunicazione. Attore principale del cambiamento è rappresentato da Internet che da luogo virtuale dove è possibile trovare ogni tipo di informazione si è trasformato in un ambiente che permette di creare contenuti e condividerli on line in tempo reale. Nell'era del web 1.0 i siti riproducevano testi statici uguali alle pagine di un libro, semplici fogli word. Le pagine potevano anche includere molti ipertesti che, creando il collegamento con altre

pagine, componevano un gigantesco libro. Anche se i siti di vecchia generazione ospitavano le immagini, le animazioni e i video, non prevedevano però alcuna interazione con l'utente.

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi - Firenze
via Micheli 3, Firenze

* e-mail: alba.scarpellini@unifi.it

Dalla fine degli anni Novanta in poi le tecnologie sono diventate sempre più parte integrante della vita quotidiana di milioni di persone.

Si sono diffusi i software collaborativi nei quali gli stessi utilizzatori possono creare e/o variare i contenuti, Wikipedia è l'esempio più famoso.

La diffusione e il successo dei siti di aggregazione sociale, nei quali gli utenti che vi accedono creano reti (networks) di individui (social), hanno visto il moltiplicarsi di strumenti che facilitano una migliore e più capillare diffusione delle informazioni. Grazie a questi nuovi software, il web diviene una piattaforma multifunzionale in cui gli internauti non sono più fruitori passivi del medium, ma divengono co-attori, co-produttori del risultato ultimo.

Questa evoluzione dei sistemi comunicativi ha introdotto una graduale trasformazione delle finalità e dell'idea di museo. La moderna museologia propone l'idea di un museo che deve adeguarsi alle nuove esigenze della comunicazione e capace di utilizzare gli strumenti che la rete mette a disposizione.

I musei sono contenitori ideali per la Rete, possiedono una grande quantità di informazioni testuali e di immagini di cui sono proprietari. Inoltre hanno una buona reputazione nei confronti dell'utenza per quanto riguarda la qualità delle informazioni, l'attendibilità, l'oggettività e l'autorevolezza. La fase di rinnovamento che sta investendo le strutture museali ne prefigura la trasformazione in organismi aperti, ricettivi, capaci di interagire con i visitatori e di usare linguaggi diversi.

Il pubblico dei musei è cambiato, sono variate le sue esigenze e di conseguenza si è trasformato il modo di comunicare con esso [1].

I social networks non sono una novità nel campo museale [2]. I più importanti musei inglesi e americani hanno iniziato a usare Facebook da quando è stato inventato e il responsabile della comunicazione digitale è una figura professionale riconosciuta. I musei italiani sono in ritardo nell'utilizzo di questi strumenti, in parte anche a causa della predominanza di musei statali, le cui strutture burocratiche sono poco inclini al cambiamento, perennemente a corto di risorse che al massimo garantiscono la sopravvivenza, e spesso gestiti da politici e/o funzionari della generazione pre-Internet.

Si parla molto della necessità di fare della cultura

il motore dell'economia ma i piani strategici raramente prendono in considerazione l'importanza della comunicazione.

L'impatto che i social media e le tecnologie digitali possono avere sia sulla promozione e la diffusione della cultura e il suo finanziamento sono raramente indicati come parte della soluzione.

Il Museo di Storia Naturale da Second Life alle Invasioni Digitali

Il MSN è stato il primo museo universitario ad avere il proprio "avatar" su Second Life grazie alla ricostruzione in 3D del Palazzo non Finito dove ha sede la sezione di Antropologia e Etnologia.

Second Life (2003) è un universo sintetico immaginato e creato dai suoi residenti, che riportano nel mondo virtuale i più diversi settori della società reale appartenenti al mondo delle imprese, della formazione, dell'apprendimento della musica, dei media, dell'arte.

Second Life raggiunse la sua massima popolarità tra il 2006 e il 2007 con circa diciassette milioni



Figura 1: Manifesto Mostra Rinascimento Virtuale.

di residenti registrati provenienti da ogni parte del pianeta ma già dal 2008 l'interesse verso il fenomeno Second Life iniziò a diminuire. Le cause della crisi di Second Life sono molteplici, di certo c'è che la sua piattaforma non ha retto il confronto con i social media, primo fra tutti Facebook [3]. Nel marzo del 2007 la Regione Toscana acquistò un'isola su Second Life [4], uno spazio (virtuale) di ca 65.000 mq. sul quale erano riprodotte le bellezze artistiche, naturalistiche e architettoniche. Tra le molteplici iniziative attuate per promuovere questo spazio vi fu la mostra "Rinascimento Virtuale. L'Arte in Second Life e nei Virtual Worlds", ideata e curata da Mario Gerosa [5].

La Sezione di Antropologia e Etnologia del MSN ospitò l'allestimento. L'obiettivo principale della mostra era creare un contrasto culturale tra le testimonianze delle diverse culture ed epoche dell'uomo, le differenti espressioni scientifiche e artistiche da esso create e le avanguardie artistiche contemporanee che nascono e vivono solo nei Mondi Virtuali e nei Social Media.

Le sale del Museo si trasformarono in ambienti immersivi che proiettavano il visitatore nelle atmosfere di Second Life. Nelle cabine-installazioni passavano i filmati e i suoni di Second Life mentre le opere degli artisti selezionati erano riprodotte su gigantografie distribuite lungo il percorso espositivo del museo. Il successo della mostra fu grande e Fabio Fornasari, curatore dell'allestimento, riuscì nell'intento di qualificare la mostra come una nuova tappa dell'antropologia umana che si manifesta attraverso l'arte [6].

Dopo l'esperienza su Second Life il MSN ha continuato a sperimentare vari aspetti della realtà virtuale con la realizzazione di alcuni giochi didattici on line che si sono rivelati utili strumenti di comunicazione perché adottano linguaggi diversi e rappresentano un importante supporto nel campo dell'educazione ambientale e della diffusione della cultura scientifica.

Uno di questi è il "Giardino Meraviglia" [7]. Si tratta di un gioco didattico realizzato in 3D online e multiplayer finalizzato a progettare e gestire un moderno orto botanico, secondo i principi della ricerca scientifica, della museografia e della sostenibilità economica.

Il gioco è costruito in un ambiente virtuale 3D in cui il giocatore, identificandosi con uno dei personaggi che animano la storia, può muoversi

liberamente, acquistare semi o piante, curare la loro crescita e favorire la fruizione del luogo da parte di un pubblico virtuale. Ogni giocatore o gruppo ha a disposizione un *budget* che potrà variare secondo la sua scelta. Alla fine del gioco i partecipanti avranno acquisito competenze di botanica, museografia e informatiche. Parallelamente alla creazione e alla realizzazione dei giochi educativi on line il MSN ha compiuto un altro passo verso la comunicazione 2.0 rafforzando la sua presenza sui social networks.

Nel 2012 l'organizzazione della mostra/evento Dinosauri in Carne e Ossa è stata l'occasione per sperimentare nel concreto la validità della comunicazione social.

Ospitata nelle sezioni di Geologia e Paleontologia e Orto Botanico del MSN, l'allestimento prevedeva ricostruzioni di dinosauri in scala 1:1, realizzate da un team multidisciplinare interamente italiano composto di paleontologi professionisti, da illustratori e da esperti delle tecniche computerizzate del 3D e del virtuale.



Figura 2: Manifesto Mostra Dinosauri in Carne e Ossa.

In collegamento con la mostra sono state organizzate molte attività collaterali dedicate ai visitatori di tutte le età: simulazioni di scavi paleontologici e archeologici nell'Orto Botanico di Firenze, laboratori per creare con le proprie mani un modello di dinosauro grazie a nuovi strumenti tecnologici, corsi di disegno per diventare *paleo illustratori* e conferenze ospitate in alcune librerie e luoghi culturali della città di Firenze. Ne è risultato un evento molto coinvolgente che oltre a condurre gli 85.000 visitatori in *carne e ossa* nelle atmosfere di un *mondo perduto*, ha proposto agli stessi contenuti capaci di sollecitare emozioni e di fare nuove esperienze. Per promuovere l'evento furono ideati una campagna di comunicazione social multicanale e interattiva [8] e l'utilizzo di mezzi diversi. La comunicazione sui social networks è riuscita

a creare un forte effetto di *engagement* della comunità e ha fatto guadagnare al museo il titolo di *"museo naturalistico più social d'Italia"*.

Il MSN ha partecipato alla III edizione del Premio Icom Italia – Musei dell'anno 2012, candidandosi al concorso per la sezione dedicata all'utilizzo dei social networks.

Pur non vincendo il MSN ha ottenuto una menzione speciale. Le motivazioni di questo riconoscimento sono da attribuire alla decisione di costituire il social media team, destinare parte del budget per la comunicazione in una campagna social che ha generato l'interesse di migliaia di persone e confrontarsi con utenti di tutte le età. Nella settimana tra il 20 e il 28 aprile 2013 l'Italia è stata attraversata dalle "Invasioni digitali", una manifestazione promossa dal blogger Fabrizio Todisco che attraverso il passaparola dei social



Figura 3: Gruppo di "invasori digitali" all'Orto Botanico.

networks ha raccolto l'adesione di oltre 300 istituzioni (musei, giardini, case della memoria, siti archeologici). L'iniziativa prevedeva l'organizzazione di diversi mini-eventi e si rivolgeva a blogger, instagrammer, appassionati di fotografia e a chiunque avesse dimestichezza i nuovi strumenti di comunicazione con l'obiettivo di diffondere la cultura dell'utilizzo di internet e dei social media per la promozione e diffusione del nostro patrimonio culturale.

Il MSN si è trovato perfettamente concorde con le finalità del progetto Invasioni Digitali anche perché, da qualche tempo, permette ai propri visitatori di scattare foto e video invitandoli attraverso un'apposita segnaletica interna a condividere con la rete le emozioni provate e le informazioni acquisite durante la visita.

Per l'occasione il MSN ha aperto il Giardino dei Semplici agli "invasori" (bambini e adulti) che con i loro smart phone, tablet e macchine fotografiche hanno partecipato a una "Caccia al Tesoro Verde". Un laboratorio guidato dagli operatori museali secondo la formula del blogtour che ha fatto scoprire la biodiversità vegetale nell'Orto Botanico attraverso una divertente caccia al tesoro, con tanto di premio finale.

I partecipanti hanno potuto commentare e riprendere le varie fasi del gioco utilizzando il tag #invasionidigitali, sui canali social utilizzati (Facebook, Twitter, Instagram, Pinterest & Youtube). Tutti i contenuti realizzati sono stati poi aggregati nel portale (www.invasionidigitali.it). È stato davvero un evento straordinario che ha visto un'ampia partecipazione e soddisfatto il bisogno collettivo di confronto e condivisione. Si è trattato di un'iniziativa di promozione dal basso che ha trasformato i nostri visitatori in testimonial e ambasciatori del MSN.

I Social Networks usati dal Museo di Storia Naturale

Tumblr

Si tratta di uno strumento che sta tra il blog e il social network, è facile da usare e consente di inserire testi, immagini, link, musica e video. Inoltre Tumblr ha un re-blogging automatico (quando un contenuto del nostro blog è condiviso, la fonte è citata automaticamente). Secondo le rilevazioni

statistiche ogni post messo su Tumblr è ripubblicato in media nove volte.

La piattaforma consente di promuovere anche diverse attività di gaming e concorsi con premio finale che riscontrano una grande partecipazione del pubblico.

Facebook

La pagina Facebook è stata ed è il punto di forza del MSN sui social media. Nel periodo di durata della mostra la community è cresciuta in quantità e in qualità. Nel marzo 2012 i *like* del Museo erano 1.300; a settembre del 2013 sono diventati 22.000.

I social media sono strumenti efficaci per una campagna di comunicazione ma occorre conoscere bene le loro caratteristiche e farne un uso consapevole (www.artribune.com/2012/06/musei-e-social-networks)

Gli utenti di Facebook si annoiano presto, perciò è consigliabile scrivere testi brevi, meglio ottanta caratteri che cinquecento. Il tono dei post deve essere informale, originale con uno stile personale. Le foto fanno aumentare le condivisioni e i commenti soprattutto se si scelgono immagini divertenti ed evocative. I giochi e concorsi generano molte interazioni. Se alla fine dei post si fanno domande dirette, queste creano una maggiore interazione di quelle inserite nel corpo del testo. È buona norma rispondere sempre con sollecitudine ai commenti dei propri utenti soprattutto se sono negativi, non si deve mai replicare con un tono aggressivo. Le critiche provenienti dagli utenti rappresentano un'ottima occasione di crescita, ovviamente a patto che si ascoltino!

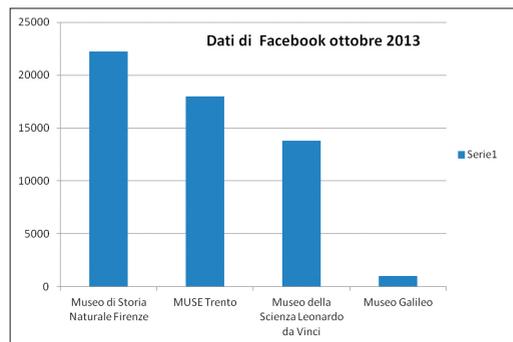


Figura 4: Grafico del numero degli utenti di Facebook dei maggiori musei naturalistici italiani.

Twitter

Twitter consente di seguire un flusso di post informativi (massimo 140 caratteri) dei propri followers. Secondo gli ideatori di Twitter, non si tratta di un social networks ma di un information networks. A differenza di Facebook che ha una comunicazione biunivoca e si basa sul concetto di reciprocità: c'è una bacheca chiusa, in cui si può interagire solo con utenti "amici", su Twitter non necessariamente chi si decide di seguire coincide con chi ha scelto di seguirci, o viceversa. L'interfaccia di Twitter è semplice e il flusso dei post non è interrotto da applicazioni, giochi e pubblicità.

Instagram

Instagram è un social network fotografico che permette a tutti gli utenti di Iphone e Android di utilizzare la fotocamera del proprio telefonino per scattare foto e applicare ad esse dei divertenti effetti speciali. In rapporto al numero di followers ogni foto condivisa riceve in media più di dieci like e un commento.

Foursquare

Più che un'applicazione è una rete sociale che si basa sulla geolocalizzazione ed è utilizzata dai dispositivi mobile. In pratica gli utenti fanno una sorta di check-in nelle varie location che si sono registrate sulla piattaforma. Le informazioni possono essere condivise contemporaneamente su Twitter e su Facebook.

Flickr

Flickr è il più famoso sito al mondo dedicato alla condivisione di immagini e di foto.

Youtube

In una gara tra i social networks Youtube stravinca, sono ca 800 milioni gli utenti unici che visitano il sito ogni mese e sono miliardi i video visualizzati.

Strumenti per misurare i risultati di una comunicazione social

Una strategia di social media marketing di successo consiste soprattutto nella capacità di generare il dialogo tra gli utenti e il museo e tra gli utenti stessi intorno ai contenuti pubblicati [9].

Non conta solo il numero delle persone coinvolte, ma soprattutto quanto queste abbiano avuto un ruolo attivo e partecipe [10].

Più soggetti commentano i nostri interventi, maggiori saranno le possibilità di ottenere una più alta visibilità e di acquisire ulteriori "amici".

I Social media mettono a disposizione utili sistemi per misurare l'impatto della comunicazione che si trasmette (Facebook Insights, Museum Analytics e Google Analytics).

Tali strumenti forniscono un quadro descrittivo delle persone che hanno scelto di seguirci, le tabelle e i grafici mostrano le informazioni sulle diverse tipologie di utenti, che sono suddivisi per sesso, fascia di età e luoghi geografici. La visualizzazione e l'analisi delle azioni generate da un post consentono di capire cosa ha avuto successo in termini quantitativi (più o meno interazioni, più o meno diffusione) ma anche se e cosa non è piaciuto in termini qualitativi, tanto da determinare azioni negative (giudizi critici o post nascosti).

Per una efficace ri-organizzazione

I musei, così come altre istituzioni culturali italiane, hanno la necessità di trovare le risorse economiche per affrontare la drammatica crisi di questi ultimi anni, per questo motivo ricorrono sempre più spesso al marketing [11], ma non sempre i risultati sono all'altezza delle attese.

In Italia sono ancora poche le strutture museali che hanno nel proprio organico figure professionali con specifiche competenze in materia di comunicazione e marketing.

Dal punto di vista di una riorganizzazione interna che preveda la formazione e il riconoscimento di chi opera in questi settori, le nuove tecnologie digitali offrono un formidabile aiuto.

I social networks sono un medium low cost, per ottenere buoni risultati non sono necessari forti investimenti di denaro, ma ciò che serve è il tempo. Sono strumenti facili da usare, informali ma sono molto *time consuming*. Per sapere come la rete parla di noi bisogna stare nelle piattaforme che le persone frequentano, non è sufficiente esserci dalle 9 alle 17.

La struttura museale che sceglie la comunicazione social deve porsi il problema di far coincidere la propria reputazione su internet con la

struttura reale. L'istituzione deve attuare delle politiche efficaci e capaci di accogliere e coinvolgere i propri visitatori, perché il museo che diventa *social* si trasforma automaticamente in un luogo d'interazione [12]. Più i musei sapranno rendere partecipi i propri visitatori più questi saranno disponibili a sostenere le loro cause e i loro progetti.

Bibliografia

- [1] http://www.agoravox.it/?page=article&id_article=11834#forum18785 (accessed settembre 2013).
- [2] www.academia.edu/386359/I_musei_e_le_nuove_frontiere_dei_social_networks_da_Facebook_a_Foursquare_e_Gowalla (accessed settembre 2013).
- [3] <http://social-media-university-global.org/2007/09/facebook-vs-second-life-no-contest/> (accessed settembre 2013).
- [4] <http://cristiancontini.blogspot.it/2007/03/la-regione-toscana-ufficialmente-in.html> Facebook vs. Second Life: No Contest (accessed settembre 2013).
- [5] Gerosa M., 2007. Rinascimento Virtuale l'Arte in Second Life e nei virtual worlds. Edizioni La Torre di Legno. Viareggio.
- [6] Banzato M., Corcione D., 2007. Second Life: un mondo educativo "tridimensionale" Una panoramica sugli usi educativi. Tecnologie Didattiche 42. Consultabile e scaricabile dal sito: http://www.tdmagazine.itd.cnr.it/files/pdfarticles/PDF42/7_RubricaStrumenti_Banzato_Corcione_TD42.pdf (accessed 30.10.2012).
- [7] Bebi G., Fanfani F., Lombardi A., 2011. Il Progetto "MUSEsplorando - Il Giardino Mera-viglia". Atti del XIX Congresso ANMS, "Strategie di comunicazione della scienza nei musei". *Museologia Scientifica Memorie* 8, pp. 41-44.
- [8] <http://www.ask.unibocconi.it/wps/allegatiCTP/2010-1%20Multicanalita.pdf> (accessed settembre 2013).
- [9] Jenkins H., 2006. *Convergence culture: where old and new media collide*. New York University Press, New York.
- [10] Solima L., 2008. Individuo, condivisione, connettività: la dimensione polisemica del pubblico della cultura, in De Biase F. (a cura di), *L'arte dello spettatore* pp. 48-57. Franco Angeli, Milano.
- [11] Kotler N., Kotler P., 2004. *Marketing dei musei, obiettivi, traguardi, risorse*. Einaudi, Torino.
- [12] Solima L.: 2012. *Il museo in ascolto. Nuove strategie di comunicazione per i musei statali*. Rubbettino, Catanzaro.

Dinamica dei litorali e sicurezza nella balneazione

Valentina Rosas¹, Chiara Loi², Irene Nicotra³, Enzo Pranzini^{4*}

Parole chiave: Sicurezza nella balneazione, rip-currents, acque sicure, morfologia del litorale, segnaletica.

Circa 500 persone muoiono ogni anno per annegamento in Italia (7,5 casi per milione di abitanti) e la situazione è ancor più grave in Europa, con 35.000 decessi (44 per milione di abitanti). La gran parte degli incidenti avviene in mare, ma le reali cause di morte non sono sempre chiare.

È comunque certo che la causa di buona parte di questi decessi risiede nella scarsa conoscenza dei pericoli presenti nell'ambiente costiero e dall'assenza di una segnaletica adeguata. In questo contesto si inserisce una delle attività del Progetto di cooperazione per l'accessibilità, la fruibilità e la sicurezza della fascia costiera delle regioni transfrontaliere (PERLA) coordinato dalla Provincia di Livorno.

In tema di sicurezza nella balneazione è stata redatta una carta della costa toscana con indicati i principali fattori di rischio, dalle opere di difesa costiera alla probabilità di formazione delle rip currents, dalle dimensioni dei sedimenti alla pendenza della battigia, fino alla distanza del limite delle acque sicure.

Sulla base di queste informazioni sono stati prodotti dei cartelli seguendo le norme ISO 20712 "Water safety signs and beach safety flags".

Negli stessi cartelli vengono riportate anche informazione sulla lunghezza e difficoltà dei percorsi che raggiungono il mare e quanto imposto dalle normative vigenti sull'uso del litorale, superando quindi la disomogeneità grafica e linguistica ancor oggi rilevabile fra i cartelli posti dalle varie autorità competenti. Nella prima fase del progetto i cartelli sono stati installati sulle spiagge dei comuni di Cecina, Bibbona e Castagneto Carducci che hanno condiviso la sperimentazione.

Una cartellonistica adeguata, comprensibile anche ai visitatori stranieri, potrà contribuire a ridurre gli incidenti lungo le nostre coste. Questa cartellonistica, analoga e quella già utilizzata in Gran Bretagna, verrà proposta a livello nazionale, nella speranza di vederla poi adottata in tutti i paesi che si affacciano sul Mediterraneo.

Introduzione

Le fasce costiere dei vari paesi costituiscono la principale meta del turismo nazionale ed internazionale, spesso contribuendo in modo determinante al PIL di molti stati. L'intensa frequentazione di questi spazi, spesso non adeguatamente attrezzati da parte di fruitori non preparati, rende le coste estremamente pericolose. Sulle spiagge, ogni anno, migliaia di persone muoiono o si feriscono gravemente durante la balneazione e le altre attività ricreative legate al mare [1].

gli autori

¹ Università degli Studi di Firenze

e-mail: valinarosas@gmail.com

² Università degli Studi di Firenze

e-mail: chiara.loi@unifi.it

³ Provincia di Livorno

e-mail: i.nicotra@provincia.livorno.it

⁴ Università degli Studi di Firenze

* e-mail: epranzini@unifi.it

Nonostante ogni anno si registrino nel mondo 388,000 decessi per annegamento [2], di cui 500 in Italia (non sono qui conteggiati i decessi dei migranti che cercano di raggiungere via mare il nostro Paese), il problema della sicurezza e della gestione della spiaggia è largamente sottovalutato sia dal mondo accademico che da quello professionale, come dimostra ad esempio il fatto che esso non rientra nei criteri di scelta delle opere di difesa dall'erosione costiera.

Le spiagge costituiscono l'interfaccia tra la terra e il mare, hanno una morfologia estremamente variabile nello spazio e nel tempo per la presenza di barre e depressioni, sono il luogo dove le onde frangono e possono generare turbolenza e forti correnti, sia *longshore* che *offshore* [3]. Il rischio connesso all'uso della fascia costiera può essere definito come l'insieme degli elementi dell'ambiente che espongono i fruitori a pericoli per la loro incolumità [4].

Il livello di rischio è determinato sia da fattori naturali sia antropici che concorrono, talvolta nel ridurre i rischi, altre nell'incentivarli. I primi sono rappresentati dalle condizioni topografiche, batimetriche e idrodinamiche, mentre i secondi sono costituiti da una parte materiale (strutture portuali, di difesa, viabilità, segnaletica, ecc.) e da una immateriale (servizi forniti ai frequentatori) [5].

Con i suoi 7500 km di costa, l'Italia è un paese dove il turismo balneare è molto sviluppato. Le sue coste, durante la stagione estiva, ospitano oltre 611 milioni di persone (presenza/giorno) che vi si recano soprattutto per prendere il sole e immergersi in mare. La crescita della richiesta turistica ha portato a soluzioni gestionali specifiche, dai vecchi stabilimenti balneari alla realizzazione delle spiagge artificiali. Molto poco è stato fatto, d'altro canto, per aumentare il livello di sicurezza connesso al turismo costiero. Ogni anno alcune centinaia di decessi potrebbero essere evitati sulle coste italiane impegnandosi su tre fronti:

- 1) educando la cittadinanza in tutte le fasce di età, ed in particolare i più giovani;
- 2) sviluppando una cartellonistica adeguata;
- 3) predisponendo un'efficiente rete di assistenza sanitaria di emergenza e facendo rispettare le normative esistenti.

Quando si parla di sicurezza sui litorali ci si riferisce alla gestione delle condizioni di pericolo a

cui gli utenti sono soggetti, ovvero al pericolo di annegamento o lesioni¹.

Questo ha portato [6] alle seguenti considerazioni:

- a) le spiagge sono ambienti a frequentazione estremamente elevata;
- b) le spiagge (soprattutto nelle zone in cui è permessa la navigazione) sono intrinsecamente ambienti pericolosi;
- c) crescendo l'utilizzo della spiaggia, aumenta conseguentemente il livello di rischio per il pubblico;
- d) per far fronte a questa situazione occorre sviluppare nuove strategie gestionali, che includano sia la realizzazione di una buona rete di soccorso sia l'istruzione dei cittadini.

Un arenile apparentemente sicuro e un servizio di vigilanza e soccorso non sono, infatti, sufficienti a garantire la sicurezza dei bagnanti se questi non assumono comportamenti responsabili e



Figura 1: Posizione dei 139 punti in cui sono stati misurati gli elementi morfologici considerati nello studio.

non sono ben consapevoli dei pericoli presenti nell'ambiente costiero.

Il presente studio, effettuato nell'ambito del progetto PERLA, si è focalizzato sulla definizione di una metodologia di analisi dei rischi connessi alla fruizione costiera e la formulazione di linee guida per limitare tali rischi. Questo obiettivo è stato raggiunto attraverso uno studio a piccola scala del litorale toscano analizzando la costa dal punto di vista dinamico, sedimentologico e morfologico.

Si vuole qui mettere in evidenza che quella qui proposta è solo una metodologia di analisi, mentre i risultati e la classificazione dei vari tratti costieri, a causa della limitatezza temporale dei dati disponibili, non possono essere considerati statisticamente significativi.

Qualora la metodologia proposta venisse accolta dagli Enti preposti alla tutela dei cittadini, sarà necessario raccogliere un maggior numero di informazioni, e procedere ad un loro costante aggiornamento, per fare aumentare continuamente l'affidabilità del metodo.

Un prodotto di questa ricerca è stato la progettazione di cartelli informativi dei pericoli connessi con la balneazione, realizzati secondo le norme ISO 2008, ed installati sulle spiagge di tre comuni costieri in via sperimentale.

Materiali e metodi

L'analisi qui presentata è stata condotta su 112 località distribuite lungo la costa continentale della Toscana e su 11 pocket beach dell'Isola d'Elba, per un totale di 139 punti (Figura 1).

I siti campione sono distribuiti lungo la costa con una distanza media di 1.9 km e sulla cartografia riportata più avanti i valori trovati per i vari indicatori sono stati estrapolati per un tratto di litorale che raggiunge i punti intermedi fra quelli considerati.

Per le pocket beach dell'isola d'Elba è invece stato preso in considerazione un numero di punti variabile da 1 a 3, in funzione della lunghezza dell'arenile.

Per ogni punto sono stati determinati i parametri di: pendenza della battigia, ampiezza della fascia sicura per la balneazione, frequenza delle cuspidi e presenza di opere marittime.

Risultati

Pendenza della battigia

La pendenza della battigia e del primo tratto della spiaggia sommersa influenza direttamente la facilità con la quale si può entrare ed uscire dall'acqua.

La forma di una spiaggia è condizionata dall'energia del moto ondoso che la colpisce e dalla dimensione dei sedimenti presenti: spiagge ad alta energia hanno generalmente una pendenza minore di quelle a bassa energia, il tutto modulato dalla granulometria dei sedimenti che conferisce pendenze maggiori o minori in funzione delle dimensioni dei granuli.

Generalmente le sabbie determinano una battigia a pendenza minore rispetto a quella che si registra con sedimenti più grossolani (ghiaia e ciottoli), che si dispongono con pendenza tale da mettere in difficoltà bambini, anziani e disabili. Queste difficoltà si accentuano in particolare durante le mareggiate anche non molto intense.

A ciò si aggiunge la difficoltà di camminare su materiali grossolani, che portano spesso a perdere l'equilibrio, cosa che può essere pericolosa in presenza di moto ondoso.

Una spiaggia caratterizzata da una certa granulometria, se fosse esposta a condizioni costanti, assumerebbe una morfologia che poi rimarrebbe stabile nel tempo [7], ma un profilo di spiaggia in equilibrio non esiste in natura, in quanto il livello del mare, l'altezza, il periodo e la direzione delle onde cambiano in continuazione [8]; [9]; [10].

Per calcolare la pendenza della battigia è stata misurata, su ciascun profilo, la distanza tra le quote +0.5 e -0.5 m s.l.m.

Sono state create classi di pendenza per giungere ad una semplice rappresentazione cartografica delle varie Unità Fisiografiche della costa toscana (Figura 2):

- Molto bassa: 0°-5°;
- Bassa: 5°-10°;
- Media 10°-15°;
- Alta 15°-20°;
- Molto alta >20°.

Pendenze fino a 35° sono possibili per spiagge molto grossolane, e valori anche superiori si hanno se i granuli che costituiscono la battigia hanno forme particolari, come quelle appiattite

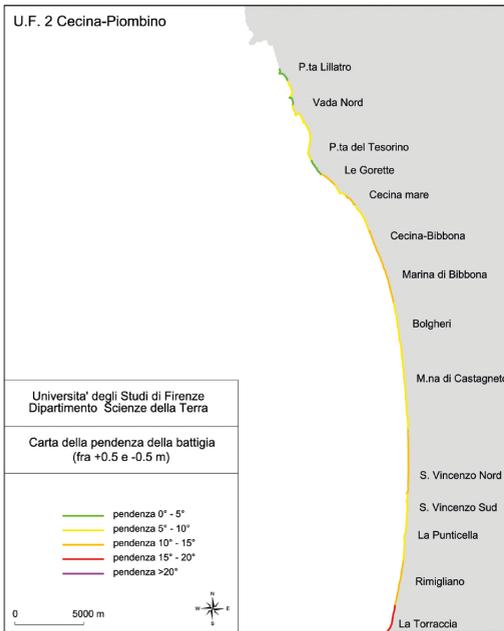


Figura 2: Carta della pendenza della battigia per l'Unità fisiografica "Punta Lillatro – Torre Nuova" (scala originaria 1:25.000).

dei materiali di risulta della segazione del marmo impiegati in alcuni ripascimenti in Toscana.

Ampiezza della fascia delle acque sicure

Come ampiezza della fascia delle acque sicure è stata considerata quella che si estende fra la linea di riva e l'isobata di 1 m, nonostante tale limite venga posto convenzionalmente a -1.6 m per gli adulti e a -0.9 m per i bambini accompagnati. Ovviamente tale limite è da considerarsi per condizioni di mare calmo.

Sui 139 profili batimetrici considerati è stata quindi misurata la distanza fra la linea di riva e la prima isobata di 1 m che si incontra procedendo verso il largo.

Sono state quindi definite cinque classi, corrispondenti a fasce di estensione progressivamente crescenti (Figura 3):

- Molto ridotta: 0-10 m;
- Ridotta: 11-20 m;
- Media: 21-40 m;

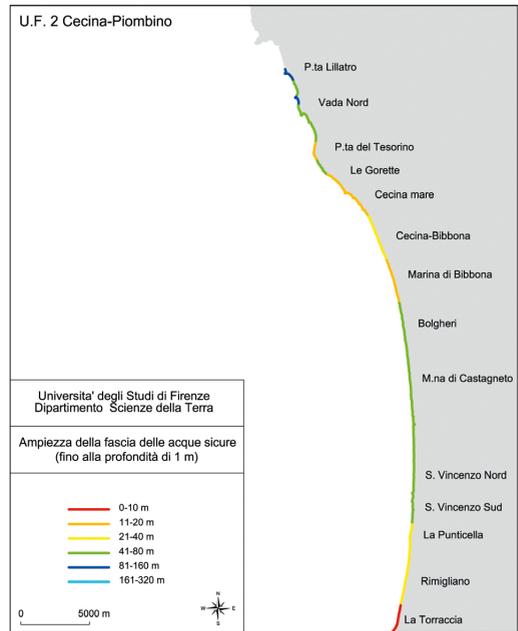


Figura 3: Carta dell'ampiezza della fascia delle acque sicure (distanza da riva dell'isobata 1 m) per l'Unità fisiografica "Punta Lillatro-Torre Nuova" (scala originaria 1:25.00).

- Estesa: 41-80 m;
- Molto estesa: > 81 m.

Il rischio nella balneazione cresce con il ridursi dell'ampiezza della fascia con acque basse.

Rip current

Le *rip current* sono "forti correnti superficiali che dalla spiaggia si dirigono verso il largo. Generalmente appaiono come una banda di acqua turbolenta e costituiscono la corrente di ritorno dell'acqua accumulata verso riva dalle onde e dal vento" [11].

La componente in uscita di tali correnti può essere identificata nella *surf zone* grazie ad una combinazione di alcuni elementi:

- diverso colore dell'acqua causato dai sedimenti portati in sospensione dalle *rip current* fino in prossimità della barra;
- presenza di una linea di schiuma o di alghe che si estende in mare aperto;
- ritardo o assenza di frangimento delle onde.

Le *rip current* nelle spiagge rettilinee si generano spesso con provenienza del moto ondoso leggermente obliqua e le cuspidi ad esse associate si muovono lungo costa.

Le *rip current* si osservano anche nelle *pocket beach*, generalmente al centro della baia oppure in prossimità dei promontori, nei casi in cui si hanno forti correnti *longshore* [12].

La presenza di cuspidi lungo la spiaggia è spesso associata a quella delle *rip current* (vi è una coevoluzione *rip current* / cuspidi; i.e. [13], sebbene la formazione di queste correnti sia dovuta anche ad altri fattori difficilmente prevedibili.

Data l'impossibilità di stabilire dove e con che frequenza le *rip current* si sviluppino lungo il litorale toscano, si è utilizzato l'indicatore "cuspidi" per una prima mappatura a scala regionale.

A tal fine, è stata fatta un'analisi delle serie storiche di foto aeree ed immagini satellitari e prodotta una cartografia che indica, per ogni tratto di litorale, la frequenza con la quale sono presenti le cuspidi.

Ai fini della classificazione proposta nel presente studio, le spiagge sono state suddivise sulla base della frequenza delle cuspidi, calcolata come n° di immagini con presenza di cuspidi / n° immagini disponibili, così suddivisa (Figura 4):

- Cuspidi mai osservate: 0% delle immagini;
- Cuspidi osservate raramente: 0-25% delle immagini;
- Cuspidi osservate spesso: 25-50% delle immagini;
- Cuspidi osservate molto spesso: 50-75% delle immagini;
- Cuspidi osservate sempre o quasi sempre: 75-100% delle immagini.

Difese costiere

Flussi d'acqua concentrati e diretti verso il mare aperto vengono innescati anche da strutture di difesa costiera, come i pennelli, dove l'acqua che si accumula sopraflutto tende ad uscire con una corrente concentrata diretta verso il largo.

Ancor più pericolose sono le scogliere parallele, dato che l'acqua che comunque si accumula dietro ad esse, per tracimazione o per infiltrazione, fuoriesce prevalentemente dai varchi, dove si formano correnti estremamente veloci. Se un bagnante è preso in carico da queste correnti, ed è

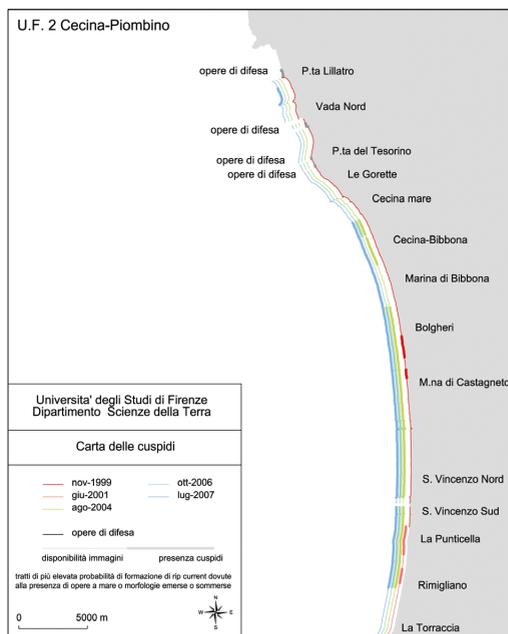


Figura 4: Carta della presenza di cuspidi per l'Unità fisiografica "Punta Lillatro - Torre Nuova" (scala originaria 1:25.000).

trasportato al largo delle scogliere, non gli sarà certo possibile riguadagnare la riva passando dai varchi, ma altre vie non ve ne sono a meno di non venir scaraventati contro la scogliera stessa. La presenza di pennelli lungo una spiaggia caratterizzata da un significativo trasporto sedimentario *longshore* risulta nella formazione di un saliente sopraflutto (per accumulo) e di una spiaggia a spirale sottoflutto (per erosione) [14]; [15].

La riduzione del moto ondoso causata dalle barriere parallele promuove la deposizione dei sedimenti immediatamente dietro alla struttura. I sedimenti vengono così ad accumularsi nella zona riparata dietro alla parallela, creando un saliente o un tombolo [16]; [17]; [18].

A causa delle suddette modificazioni profonde nella morfologia della costa, per le zone caratterizzate dalla presenza di opere di difesa costiera non è stato assegnato alcun valore relativo alla frequenza di cuspidi, che, come abbiamo detto, possono essere il risultato di diversi processi non necessariamente associabili alle *rip current*.

Ai fini della classificazione delle spiagge della costa toscana, abbiamo discriminato la tipologia e la frequenza delle opere costiere presenti in ogni tratto considerato tramite l'analisi di foto aeree ed immagini satellitari.

Da ciò sono state derivate cinque classi riepilogative organizzate come segue:

- assenza di opere;
- opere costiere molto sporadiche;
- opere sporadiche;
- opere frequenti;
- opere molto frequenti.

Una classificazione della sicurezza nella balneazione

Mentre vi è una vasta letteratura sullo sviluppo demografico delle zone costiere, sulla morfologia e sull'ingegneria costiera, sull'ecologia e sulla gestione delle fasce litoranee, solo pochi studi hanno concentrato la propria attenzione nel definire criteri idonei a valutare la sicurezza nell'uso della fascia costiera (Short, 1999 [3]).

Tutte le spiagge presentano qualche pericolo per i bagnanti, tra la pendenza della *nearshore*, l'altezza delle onde e il tipo di frangenti, le *rip current* e le opere marittime, per non parlare dei rischi biologici, qui non considerati. Per le spiagge australiane è stata creata una scala di rischio basata sulle caratteristiche delle onde incidenti e sulla modalità di frangimento (Short, 1999 [3]), scala

che non è applicabile, e comunque esaustiva, per i litorali italiani.

Nell'ambito del Progetto PERLA abbiamo analizzato i fattori naturali ed antropici che rappresentano i principali rischi associati alla balneazione e tentato di produrre una prima classificazione delle spiagge basata su tali fattori (Tabella 1).

Quella presentata è una proposta preliminare su come definire il grado di sicurezza delle spiagge. I risultati della classificazione dipendono fortemente dalla quantità dei dati a disposizione, e potrà quindi in futuro essere implementata e migliorata; ad esempio, il numero di foto aeree ed immagini da satellite utilizzate è assai basso e l'accuratezza nelle valutazioni della presenza delle cuspidi altrettanto bassa.

Se da un lato è evidente che una spiaggia di sabbia fine, con battigia a bassa pendenza, con un'ampia fascia delle acque sicure, in un mare senza *rip current* e priva di opere di difesa, rappresenti l'ambiente più sicuro per la balneazione, non è certo che i punteggi attribuiti alle varie tipologie garantiscano valutazioni affidabili quando le varie possibilità si incrociano. È quindi opportuno applicare in modo più esteso questa metodologia ed eventualmente correggere i punteggi in funzione degli incidenti che verranno rilevati. Purtroppo le informazioni disponibili sugli incidenti, ed in particolare sui decessi, avvenuti in passato non hanno l'accuratezza necessaria, non solo per quanto riguarda la localizzazione e le condizioni ambientali del momento, ma spesso anche per le cause reali dell'incidente.

Tabella 1: Parametri analizzati per le spiagge toscane e loro valore.

CATEGORIA	CONDIZIONI E PUNTEGGIO				
Pendenza della battigia	molto bassa 0.00	bassa 0.25	media 0.50	alta 0.75	molto alta 1.00
Ampiezza della fascia delle acque sicure	molto estesa 0.00	estesa 0.25	media 0.50	molto ridotta 0.75	ridotta 1.00
Presenza di cuspidi	mai 0.00	raramente 0.25	spesso 0.50	molto spesso 0.75	sempre 1.00
Presenza di opere	assenti 0.00	molto sporadiche 0.25	sporadiche 0.50	frequenti 0.75	molto frequenti 1.00
PUNTEGGIO TOTALE	Punteggio minimo= 0+0+0+0=0 ; Punteggio massimo= 1+1+1=3 (cuspidi ed opere incompatibili fra di loro)				

Una nuova cartellonistica

La lettura dei cartelli di pericolo presenti lungo le nostre coste rivela che la motivazione principale del loro posizionamento si ritrova nella volontà dei soggetti che hanno una qualche responsabilità per l'incolumità dei frequentatori di non andare incontro a problemi giudiziari nel caso di incidenti. Poco importa se gli incidenti si verificano perché nessuno ha capito il cartello o se nessuno lo ha letto in quanto poco attraente o visibile.

Solo così si giustifica un linguaggio estremamente contorto, di matrice giuridico-amministrativa, spesso incomprensibile per un cittadino di media cultura, per non parlare di uno straniero che pur conosca un po' d'Italiano.

Uno degli obiettivi del Progetto PERLA è stato proprio quello di sviluppare una cartellonistica chiara e facilmente identificabile, possibilmente attingendo all'esperienza fatta in altri paesi e tale che anche gli stranieri in visita nel nostro Paese possano identificarla e capirla senza esitazioni.

È stata quindi fatta un'analisi della cartellonistica adottata in Paesi notoriamente all'avanguardia su queste tematiche (es. Australia, Gran Bretagna e Stati Uniti) per scegliere poi quanto indicato dalle norme ISO 20712 "Water safety signs and beach safety flags", adottate interamente dalla Gran Bretagna e, in modo leggermente diverso, dall'Australia.

Nei cartelli prodotti e installati sulle spiagge di Cecina, Bibbona e Castagneto Carducci sono stati inseriti i simboli ISO ed utilizzati i colori Pantone e i font rigidamente stabiliti.

Alcuni fattori di rischio non erano previsti e sono stati disegnati simboli opportuni che sono stati inviati agli uffici ISO per la loro omologazione.

Su di una foto aerea viene indicato anche il percorso da seguire per raggiungere la spiaggia, mentre un altro riquadro, ripreso dai cartelli adottati in Australia, contiene i simboli che indicano la difficoltà del percorso.

Nei cartelli vengono indicati anche i divieti stabiliti dall'autorità comunale o dalla Guardia Costiera (ad es., di alaggio o di stazionamento per le barche, di pesca subacquea, di accensione di fuochi, di campeggio, ecc.). Se da un lato queste indicazioni si sommano a quelle sulla sicurezza, facendogli perdere in immediatezza, dall'altro hanno consentito di ridurre il numero di cartelli da installare, nella consapevolezza che un loro

eccessivo affollamento scoraggia la lettura.

Una breve descrizione della spiaggia completa le informazioni poste sul cartello.

Ogni accesso al mare, ed ogni spiaggia, viene codificato con il nome del comune ed un numero progressivo; tutti sono stati georiferiti e le coordinate fornite alle associazioni di pronto soccorso, ai Vigili urbani, alla Polizia, ai Carabinieri, alla Guardia costiera e ai Vigili del fuoco. Ciò consentirà anche una più chiara richiesta di soccorso, con l'indicazione del punto esatto in cui è avvenuto un incidente. Ovviamente i numeri telefonici dei vari soccorritori sono riportati in evidenza nei cartelli.



Figura 5: Cartello posizionato in una delle spiagge di Bibbona.

Conclusioni

L'analisi morfodinamica della fascia costiera toscana e delle opere di difesa presenti mostra come numerosi siano i fattori di rischio per l'accesso e l'uso della fascia costiera.

La realizzazione e il posizionamento di un'opportuna cartellonistica non può certo ridurre i fattori di rischio ma può rendere più consapevoli i frequentatori e indirizzarli verso comportamenti adeguati.

Cartelli ben visibili e con simboli normati dall'International Organization for Standardization (ISO) faciliteranno la lettura da parte dei frequentatori italiani e stranieri.

Nella seconda fase del Progetto PERLA (i-PERLA), finalizzata alla capitalizzazione dei risultati ottenuti nella prima fase, verranno progettati e posizionati cartelli per altre spiagge, ove sono presenti anche pericoli diversi e raggiungibili con percorsi più difficoltosi, in modo da allargare la sperimentazione e proporre poi a livello nazionale l'adozione di questa cartellonistica.

Note

¹ Non vengono qui presi in considerazione i pericoli "biologici", ossia quelli dovuti alla presenza di specie pericolose nelle acque di balneazione e nei loro fondali, tema che necessita ovviamente un'estrema attenzione.

Bibliografia

[1] Klein A.H. da F., Santana G.G., Diehl F.L., Menezes J.T. (2003) – Analysis of hazards associated with sea bathing: results of five years work in oceanic beaches of Santa Catarina State, Southern Brazil – Brazilian Symposium on sandy beaches Proceedings, Brazil, 2003, Journal of Coastal Research, n. 35, 107-116.
 [2] W.H.O. (2002) – World Health Organization Guidelines for safe recreational water environment: coastal and fresh water.
 [3] Short A. (1999) – Handbook of beach and shoreface morphodynamics - Wiley Ed.
 [4] Pereira P.S., Calliari L.J., Lélis R.J.F. (2004) – High frequency beach profile monitoring: implications in beach safety at Cassino Beach, Southern

Brazil – ICS 2004 Proceedings, Journal of Coastal Research, n. 39, 909-912.

[5] Jiménez J.A., Osorio A., Marino-Tapia I., Davidson M., Medina R., Kroon A., Archetti R., Ciavola P., Aarnikhof S.G.J. (2007) – Beach recreation planning using video-derived coastal state indicators – Coastal Engineering, n. 54, 507-521.

[6] Short A.D., Hogan C.L. (1994) – Rip currents and beach hazards: their impact on public safety and implications for coastal management – Journal of Coastal Research, n. 112, 197-209.

[7] Dean R.G. (1991) – Equilibrium beach profiles: characteristics and applications – Journal of Coastal Research, n. 7 (1), 53-84.

[8] Kriebel D.L., Kraus N.C., Larson M. (1991) – Engineering methods for predicting beach profile response – Coastal Sediments 1991 (American Society of Civil Engineers), 557-571.

[9] Pilkey O.H., Young R.S., Riggs S.R., Smith S., Wu H., Pilkey W. (1993) – The concept of shoreface profile equilibrium: a critical review – Journal of Coastal Research, n. 9 (1), 255-278.

[10] Hashemi M.R., Ghadampour Z., Neill S.P. (2010) – Using an artificial neural network to model seasonal changes in beach profiles – Ocean Engineering, n. 37 (14-15), 1345-1356.

[11] U.S. Army Coastal Engineering Research (2002). Shore Protection Manual, Vol. 1. Books for Business Pub., USA, Pp. 532.

[12] Shepard F.P., Emery K.O., La Fond E.C. (1941) – Rip currents: a process of geological importance – The Journal of Geology, n. 49 (4), 337-369.

[13] Thornton E.B., MacMahan J., Sallenger A.H. Jr. (2007) – Rip current, mega-cusps, and eroding dunes – Marine Geology, n. 240 (1-4), 151-167.

[14] Everts C.H. (1983) – Shoreline changes downdrift of a littoral barrier – Coastal Structures Proceedings, 673-688.

[15] Sherman D.J., Bauer B.O., Nordstrom K.F., Allen J.R. (1990) – A tracer study of sediment transport in the vicinity of a groin: New York, U.S.A. – Journal of Coastal Research, n. 6 (2), 427-438.

[16] Hsu J.R., Silvester R. (1990) – Accretion Behind Single Offshore Breakwater – Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, n. 116 (3), 362-380.

[17] Bowman D., Pranzini E. (2003) – Reversed responses within a segmented detached breakwater, the Tuscany coast Italy – a case study – Coastal Engineering, n. 49 (4), 263-274.



[18] Birben A.R., Özölçer I.H., Karasu S., Kömürcü M.I. (2007) – Investigation of the effects of offshore breakwater parameters on sediment accumulation – Ocean Engineering, n. 34 (2), 284-302.



Zanzare (Diptera: Culicidae), potenziali vettori di malattie, nell'area portuale di Civitavecchia

Valentina Laghezza Masci¹, Marco Di Luca³, Luciano Toma³, Francesco Severini³, Daniela Boccolini³, Gabriella Gambellini², Maria Cristina Belardinelli¹, Laura Guerra¹, Mauro Catenacci⁴, Filippo De Martino⁵, Roberto Romi³ & Anna Maria Fausto^{*1}

Parole chiave: Culicidi, vettori, specie alloctone

Le mutate condizioni climatiche e il fenomeno della globalizzazione possono favorire l'introduzione e la diffusione di specie vettrici alloctone, e il rischio di espansione delle malattie trasmesse da artropodi vettori in aree indenni. La presenza della zanzara tigre, Aedes albopictus, in Italia e l'epidemia di Chikungunya virus del 2007 nella provincia di Ravenna ne sono esempi emblematici. Nel triennio 2010-2012 è stato avviato uno studio volto a caratterizzare la presenza e la distribuzione di zanzare, potenziali vettori, nell'area portuale di Civitavecchia. L'indagine entomologica è stata condotta durante il periodo aprile-ottobre, sia attraverso la ricerca attiva delle forme larvali, sia impiegando trappole per la cattura di uova e adulti (BG Sentinel[®]). Nel corso del triennio sono stati catturati in totale 1.594 Culicidi appartenenti a 5 specie: Ae. albopictus (50,4%) e Culex pipiens (45,5%), provati vettori di arbovirus anche in Italia; Culiseta longiareolata, specie solo molesta (3,9%), un esemplare di Anopheles maculipennis s.l. ed un esemplare di Cx. theileri. L'abbondanza delle due specie vettrici conferma la potenziale recettività dell'area di studio. L'area portuale di Civitavecchia, come altri porti italiani, rappresentano una via d'ingresso sia per nuove specie, come Ae. aegypti e Ae. japonicus, sia per serbatoi di patogeni come i virus della Rift Valley, Chikungunya e Dengue, in grado di infettare le zanzare indigene. In Italia, l'esigenza di promuovere programmi di sorveglianza tesi al rapido rinvenimento e segnalazione di insetti alloctoni, accidentalmente introdotti con carichi commerciali, si è presentata solo in anni relativamente recenti. Il nostro paese rappresenta una delle propaggini più meridionali del continente europeo e un ponte ideale verso il continente africano è dunque particolarmente esposto all'introduzione di nuovi patogeni e vettori. Appare evidente quanto sia importante sviluppare un sistema integrato di sorveglianza per il rinvenimento precoce di specie tropicali di zanzare, aumentando il numero di campionamenti e i siti di studio affinché si possa rispondere adeguatamente a problematiche presenti, emergenti e potenziali.

Introduzione

La distribuzione di molte specie di artropodi, soprattutto zanzare vettrici di malattie, è andata gradualmente aumentando negli ultimi anni. Le cause di tale fenomeno vanno ricercate in quei fattori che favoriscono i cambiamenti climatici e la globalizzazione. Le profonde modificazioni ambientali che conseguono all'inquinamento delle acque, alla regimazione idrica ed alle opere di urbanizzazione, rendono

disponibili aree dove questi insetti possono facilmente proliferare. Le specie di zanzare che popolano questi ambienti possono differire per abitudini alimentari, capacità riproduttiva e scelta dei siti di riproduzione. Queste variabili dimostrano quanto sia difficile tarare gli interventi di controllo su precisi obiettivi e quanto questi non possano prescindere da un'esatta conoscenza del loro numero e della loro diffusione.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha recentemente lanciato un allarme sugli effetti che

i cambiamenti climatici potrebbero avere sulla diffusione delle malattie trasmesse da artropodi vettori. Le patologie veicolate dai Culicidi (zanzare) rivestono un ruolo di primaria importanza, essendo le più diffuse e pericolose (malaria, febbre gialla, dengue, encefaliti virali), affliggendo oltre 700 milioni di persone ogni anno [1].

L'Italia risulta particolarmente suscettibile all'introduzione di nuovi patogeni e vettori, come dimostrato in questi ultimi anni dalla definitiva stabilizzazione della zanzara tigre nel nostro paese. Tale fenomeno risulta evidenziato dai recenti episodi epidemici dovuti ad arbovirus (virus trasmessi da artropodi), come il Chikungunya Virus (nel 2007) ed il West Nile Virus (dal 2008 ad oggi). A causa della rapida diffusione degli artropodi, patologie come la Malattia di Lyme, la TBE, la Rickettsiosi e la leishmaniosi sono ormai endemiche nel nostro paese [2].

La conoscenza della distribuzione, biologia ed ecologia dei Culicidi di interesse sanitario, accanto al quadro epidemiologico delle malattie da essi trasmesse, sono requisiti indispensabili per mettere a punto metodi di controllo delle popolazioni e delle malattie stesse. Per raggiungere questo scopo è necessario: i) individuare e monitorare i focolai di sviluppo delle popolazioni di questi insetti; ii) valutare i parametri ambientali, climatici e antropici che potrebbero influenzarne le fluttuazioni stagionali, aumentando le loro potenzialità come vettori di agenti patogeni per l'uomo; iii) redigere una mappatura dei focolai epidemiologicamente più rilevanti e definire eventuali "zone a rischio". La mappatura dei focolai di sviluppo di questi insetti è uno strumento indispensabile di prevenzione e di pianificazione delle azioni da intraprendere.

L'area portuale di Civitavecchia, a causa della movimentazione di merci e persone, può influire in modo consistente sull'epidemiologia delle malattie trasmesse da artropodi.

Cenni di biologia e comportamento

I Culicidi, o zanzare, sono insetti appartenenti all'ordine dei Ditteri, da sempre conosciuti per il fastidio che provocano e per i rischi sanitari ad essi associati. Non tutte le zanzare pungono l'uomo perché la maggior parte delle specie, dette zoofile, si nutre del sangue di uccelli, anfibi e

di altri vertebrati. In particolare, solo le femmine pungono, poiché è il pasto di sangue che induce la sintesi delle proteine necessarie alla maturazione delle uova.

Le uova vengono deposte singolarmente nell'acqua (genere *Anopheles* e *Orthopodomyia*) o in zattere galleggianti (genere *Culex*, *Culiseta*, *Coquillettidia*). I generi *Aedes* ed *Ochlerotatus* depongono invece sul terreno o su un substrato immediatamente al di sopra del pelo dell'acqua, per cui potranno bagnarsi e liberare le larve solo a seguito dell'innalzamento del livello dell'acqua. Le minuscole larve che fuoriescono dalle uova si nutrono di batteri e plancton, si accrescono attraverso quattro stadi maturativi fino a diventare pupe e quindi adulti. Pur essendo immerse in acqua, le larve respirano per mezzo di un sifone. Fanno eccezione il genere *Anopheles*, che è privo di sifone, e il genere *Coquillettidia* le cui larve penetrano i fusti di piante acquatiche e respirano l'aria contenuta nei loro tessuti.

Lo stadio successivo a quello larvale è quello di pupa che, proprio per il fatto di non nutrirsi più, è più resistente agli insetticidi. Dalle pupe sfarfallano gli adulti che, dopo una breve sosta sul pelo dell'acqua, s'involano per nutrirsi e iniziare la fase riproduttiva. In alcune popolazioni di *Cx. pipiens*, ormai adattate a condizioni ambientali estreme (focolai ipogei, temperature basse, ecc.), la prima ovodeposizione ha luogo anche in assenza del pasto di sangue (autogenia).

I maschi sono distinguibili dalle femmine per avere antenne maggiormente piumate ed un

gli autori

¹ Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF). Università della Tuscia, Viterbo.

² Dipartimento di Malattie Infettive, Parassitarie ed Immunomediate (MIPI). Istituto Superiore di Sanità, Roma.

³ Centro Grandi Attrezzature, Sezione di Microscopia Elettronica. Università della Tuscia, Viterbo.

⁴ S.E.Port, Civitavecchia.

⁵ C.F.F.T., Civitavecchia.

* e-mail: fausto@unitus.it

aspetto più esile, si nutrono soltanto di nettare e succhi vegetali.

Importanza sanitaria dei Culicidi

L'importanza sanitaria dei Culicidi è legata prevalentemente alla possibilità di trasmettere gli agenti patogeni responsabili di molte malattie dell'uomo e degli animali domestici. Tra gli agenti patogeni più conosciuti nel mondo ricordiamo i plasmodi della malaria che sono trasmessi dalle zanzare del genere *Anopheles*. In Italia, dopo l'eradicazione della malaria avvenuta tra il 1947 e il 1970 e la conseguente riduzione della densità dei vettori, le zanzare hanno cessato per lungo tempo di rappresentare un problema di sanità pubblica. Negli ultimi anni però le zanzare sono state riconsiderate come vettori di malattie a causa di alcune problematiche sanitarie emergenti, tra cui:

- l'adattamento di alcune specie, soprattutto *Cx. pipiens*, ad ambienti fortemente antropizzati a causa di siti riproduttivi di nuova creazione;
- la comparsa di popolazioni di Culicidi resistenti ai più comuni insetticidi (*Cx. pipiens*);
- la creazione di insediamenti turistici in zone prima scarsamente popolate, e invase da specie tipicamente rurali quali *Cx. modestus*, *Oc. caspius*, *Oc. detritus*;
- l'arrivo di nuove specie, come *Ae. albopictus* in qualità di potenziale vettore di filarie e di arbovirus;
- il graduale aumento della presenza e dell'abbondanza di potenziali vettori di malaria, esempio *An. labranchiae*.

La gran parte delle arbovirosi sono infezioni trasmesse da artropodi, alcune delle quali si trasmettono da serbatoi animali all'uomo (zoonosi) mentre altre sono trasmesse esclusivamente da uomo ad uomo (antroponosi, es. chikungunya e dengue).

Nel nostro paese le specie di Culicidi di interesse sanitario, sia per la loro intensa azione ectoparassitaria, sia per la loro potenzialità o attività come vettori di agenti patogeni per l'uomo, sono circa una decina di specie su 64 ascritte alla fauna italiana, di cui solo 3 rappresentano un rischio reale

come vettori: *Ae. albopictus* Skuse, 1894; *An. labranchiae* Falleroni, 1926 e *Cx. pipiens* Linnaeus, 1758.

- *Aedes albopictus* (Fig. 1), meglio conosciuta come zanzara tigre, è presente in Italia dal 1990. La specie, di origine asiatica, è un potente vettore di arbovirus, ormai diffuso in tutto il paese ad eccezione della Valle d'Aosta, interessando oltre 90 Province e circa 3500 Comuni. Recentemente nel Lazio sono stati isolati esemplari di *Ae. albopictus* naturalmente infetti con *Dirofilaria repens* e *D. immitis* [3]. Nell'estate 2007, in provincia di Ravenna, si è verificato il primo focolaio epidemico europeo, di un'arbovirosi trasmessa dalla zanzara tigre (Chikungunya virus) con oltre 250 casi umani. Nell'Alto Lazio, la specie è presente lungo la fascia costiera e ampiamente segnalata nelle aree più interne, ma poco si sa in merito alla sua reale distribuzione e densità [4- 8].
- *Anopheles labranchiae* (Fig. 2). L'importanza delle zanzare come vettori di agenti patogeni è legata soprattutto alla trasmissione della malaria, malattia causata da *Plasmodium spp.* e trasmessa all'uomo esclusivamente da zanzare appartenenti al genere *Anopheles*. Nel nostro paese la malaria non è più endemica dai primi anni '50, ma alcune specie di anofeline, antichi vettori della malattia, sono ancora presenti. In particolare, la Maremma laziale (insieme alla contigua Maremma Toscana) potrebbe essere l'area dove maggiore è il rischio di reintroduzione di questa malattia, data la presenza del potenziale vettore *An. labranchiae*, e dove, nel 1997, si è verificato l'unico caso di malaria autoctona occorso negli ultimi 50 anni [9, 10]. L'eventualità che si verificano in Italia sporadici casi di malaria, almeno per *Plasmodium vivax* è reale, considerando i numerosi casi di malaria importati ogni anno e la presenza nelle zone rurali centro-meridionali di immigrati africani ed asiatici per i lavori agricoli stagionali. Alla luce di recenti ricerche sull'argomento va comunque ricordato che si considera remota la possibilità di reintroduzione di questa malaria [11, 13].
- *Culex pipiens* (Fig. 3) è la zanzara comune, con la quale siamo abituati a convivere da sempre. È stata definita una specie

“polizionale”, ecologicamente molto plastica, adattatasi alle più varie condizioni ambientali e climatiche. In Italia la specie è ubiquitaria, presente in pianura e collina, fino a circa 1000 metri di altitudine slm. Gli habitat larvali più produttivi sono le raccolte di superficie medio-piccole, con forte carico organico come acquitrini formati in seguito ad attività industriali o canali di irrigazione o per il drenaggio. In tutte le zone climatiche in cui è presente, *Cx. pipiens* è diffusa anche in stretta associazione con l'uomo, le abitazioni e in generale con gli ambienti antropizzati; in questo caso si parla di una forma biologica della specie, detta “*molestus*”, che occupa ambienti ipogei, chiusi, dove riesce a riprodursi per tutto l'anno. Questa plasticità ecologica e fisiologica ha consentito all'adulto dell'insetto di adattarsi a un'ampia varietà di ospiti (uccelli, bestiame, animali domestici, uomo) e di

rifugi (locali, case, cantine, stalle, ecc.) dove il microclima favorevole risulta più costante di quanto accada in natura. Dal punto di vista sanitario la specie è considerata il principale vettore del West Nile Virus nell'Europa continentale e in Nord America, poiché, pungendo abitualmente persone e uccelli, costituisce un vettore ponte dell'infezione da uccello a uomo [14]. Nel 2009, in Emilia-Romagna, Veneto e Lombardia si sono verificati 18 casi di West Nile nell'uomo (4 decessi). Nel 2010, sono stati notificati dall'Emilia-Romagna e dal Veneto 5 casi confermati, di cui 3 autoctoni. Nel 2011, sono stati notificati 14 casi confermati di cui 8 dalla Regione Veneto, con 1 decesso, 4 casi dalla Sardegna, con 3 decessi e 2 casi dal Friuli Venezia Giulia. Pertanto, nel 2011, si è assistito all'ampliamento delle Regioni coinvolte, rispetto agli anni passati, con la comparsa dei primi casi umani di West



Figura 1: *Aedes albopictus*.



Figura 2: *Anopheles labranchiae*.



Figura 3: *Culex pipiens*.



Figura 4: *Aedes aegypti*.

Nile in Sardegna e in Friuli Venezia Giulia. Nel corso del 2012 sono stati confermati 28 casi nell'uomo tra Veneto, Sardegna, Friuli Venezia Giulia e Basilicata. Pertanto c'è la massima allerta da parte delle Autorità competenti su questa zoonosi, a tredici anni dalla sua prima comparsa nel nostro paese (Toscana, 1998). Inoltre, le numerose sieropositività riscontrate in operatori del settore oltre i siti di outbreak, lasciano pensare ad una diffusione del WNV molto più ampia di quanto supposto [15].

Il progetto di monitoraggio dell'area portuale di Civitavecchia

Il problema di salute pubblica legata alla diffusione di queste malattie deve essere affrontato attraverso una sistematica attività preventiva volta a monitorare le popolazioni naturali degli artropodi vettori, soprattutto nelle aree a maggior rischio. La maggiore diffusione di queste popolazioni si realizza in situazioni ambientali e sociali molto diverse che richiedono perciò conoscenze e approcci specifici. Risulta evidente come qualsiasi intervento per contenere le popolazioni di questi artropodi deve presupporre una dettagliata conoscenza delle problematiche ambientali peculiari in cui si inserisce, valutando gli impatti a breve ed a lungo termine sugli organismi presenti e sulla biodiversità.

L'area portuale di Civitavecchia è da tre anni oggetto di una sorveglianza capillare per valutare il rischio di un'accidentale introduzione, mediante carichi commerciali, di specie provenienti da aree tropicali, quali *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus* o *Ae. aegypti* (Fig. 4), il principale vettore di dengue nel mondo.

Modalità di realizzazione

Nel corso del progetto, è stata svolta attività di campo per la raccolta dei campioni, in particolare sono stati: i) selezionati i siti di raccolta in base all'habitat elettivo delle zanzare ed alle attività umane svolte; ii) effettuati campionamenti periodici nei siti scelti, durante il periodo di maggiore attività delle specie presenti (Aprile-Ottobre) per stabilirne la distribuzione e la densità relativa

nell'area di studio; iii) studiate le dinamiche stagionali delle diverse specie in relazione alle condizioni climatiche nei differenti focolai; iv) esaminati ed identificati i campioni mediante indagini di carattere microscopico, biochimico e molecolare. Poiché *An. labranchiae* e anche *Cx. pipiens* fanno parte di complessi di specie morfologicamente indistinguibili, le diagnosi sono state effettuate tramite analisi molecolare di routine quali la PCR (Polymerase Chain Reaction) con marcatori molecolari specie-specifici.

Scelta dei siti

All'interno dell'area portuale di Civitavecchia sono stati selezionati tre siti (Fig. 5):

1. Sito 1: impianto trattamento rifiuti portuali ubicato in una zona appartenente al Demanio Marittimo Portuale. L'area si estende per complessivi 11.234 mq. destinati all'impianto di lavaggio degli automezzi, trattamento e depurazione delle acque di sentina, all'impianto di stoccaggio dei rifiuti solidi provenienti dalle navi e dall'area portuale, al magazzino e deposito di piante e di tutto il materiale necessario alla corretta gestione delle aree verdi portuali.
2. Sito 2: terminal di 16.000 mq, situato nel porto di Civitavecchia. Quest'area, sede di attracco per cargo (scarico e stoccaggio merci alimentari provenienti da paesi tropicali, quali banane e ananas), e navi da crociera (scarico rifiuti, carico viveri, sbarco e imbarco passeggeri), è appositamente strutturata per la gestione di frutta e altre merci a temperatura controllata. Ubicato nel centro Italia, gestisce, tramite una ferrovia di connessione, i collegamenti traghetto per Spagna, Francia, Egitto, Tunisia, Libia, Marocco e Malta.
3. Sito 3: situata nell'area portuale, a due passi dalle banchine di attracco dei traghetti, è sede di vendita biglietti e assistenza allo sbarco e imbarco passeggeri e auto.

Campionamento

Le modalità di campionamento sono state condotte tramite ricerca attiva delle forme larvali e delle zanzare adulte presso i potenziali focolai e siti di riproduzione.

La raccolta degli adulti è stata fatta mediante trappole ad aspirazione per la cattura massiva



Figura 5: Siti di campionamento nell'area del Porto di Civitavecchia.

(BG sentinel[®]). Le BG-Sentinel (Fig. 6) sono trappole per zanzare che simulano un ospite a sangue caldo. La trappola (35 cm Ø, 40 cm h) è provvista di un dispenser con un attrattivo chimico, che simula l'odore emesso da un mammifero, diffuso grazie alla circolazione d'aria prodotta da una ventola, attrae e cattura efficacemente le zanzare. Al centro della trappola un imbuto nero costituisce l'ingresso per le zanzare che, attratte

dall'odore, vengono aspirate dalla corrente d'aria prodotta dalla ventola stessa. In tal modo le zanzare sono guidate nel sacchetto di cattura situato sotto l'apertura. La trappola può essere posizionata per terra oppure appesa a circa 1 metro da terra.

Risultati e Considerazioni

Nel corso del triennio sono stati catturati in totale 1.594 Culicidi appartenenti a 5 specie:

Tabella 1: elenco delle specie di Culicidi catturati con BG sentinel[®].

Specie identificate	%
<i>Aedes albopictus</i>	50,4
<i>Culex pipiens</i>	45,5
<i>Culiseta longiareolata</i>	3,9
<i>Anopheles labranchiae</i>	0,1
<i>Culex theileri</i>	0,1



Figura 6: Trappola BG sentinel[®].

L'entomofauna culicidica rilevata ha messo in evidenza la presenza preponderante di due



specie di interesse sanitario, provati vettori di arbovirus anche in Italia: *Ae. albopictus*, e *Cx. pipiens*. Nella Figura 7 vengono riportate le percentuali delle specie raccolte nel corso del progetto, mentre nella Figura 8 è riportato il numero di esemplari catturati per sito di campionamento.

L'obiettivo principale del Progetto è stato quello di individuare aree considerate sensibili all'interno del Porto di Civitavecchia, e di determinare le specie e la densità dei Culicidi di interesse sanitario presenti. Alla luce dei risultati ottenuti è evidente che le aree prescelte forniscono condizioni favorevoli alla presenza e allo sviluppo di alcuni importanti vettori di malattie in Italia. Risulta evidente che il controllo delle popolazioni di zanzare rappresenta un elemento indispensabile, in quanto, oltre a incidere negativamente sulla qualità della vita, questi insetti possono determinare pesanti ripercussioni sull'economia locale delle aree turistiche e costituire pericolosi vettori di patologie per l'uomo. L'area portuale di Civitavecchia, non soltanto si presta all'introduzione di specie di vettori e patogeni

alloctoni, ma, per le caratteristiche ambientali del territorio (es. Maremma laziale) può senz'altro favorirne l'eventuale sviluppo. Da ciò emerge l'importanza della conoscenza, da parte dei cittadini, delle problematiche legate a questi insetti, della loro biologia e della loro distribuzione.

Ringraziamenti

Questa ricerca è stata finanziata dalla Fondazione Cariciv.

Bibliografia

- [1] WHO, Environment and health risks from climate change and variability in Italy. T. Wolf and B. Menne editori. Copenhagen, Denmark: 2007, 106 pp.
- [2] D. Fontenille, AB. Failloux, R. Romi. Emerging Pests and vector-borne Diseases in Europe. W. Takken & B.G.J. Knols editori. 2007, Vol 1:169-184.
- [3] G. Cancrini, R. Romi, S. Gabrielli, L. Toma, M. Di Paolo, P. Scaramozzino. Med. Vet. Entomol. 2003, 17:448-451.
- [4] M. Di Luca, L. Toma, F. Severini, R. Romi. Ann. Ist. Super. Sanità 2001, 37(2): 249-254.
- [5] G. Dalla Pozza, R. Romi, C. Severini. J. Am. Mosq. Control. Assoc. 1994, 10: 589-592.
- [6] R. Romi. Parassitologia 1995, 37: 99-103.
- [7] R. Romi, M. Di Luca, G. Majori. J. Am. Mosq. Control. Assoc 1999, 15: 425-427.
- [8] R. Romi. Ann. Ist. Super. Sanità 2001, 37(2): 241-248.
- [9] M. Baldari, A. Tamburro, G. Sabatinelli, R. Romi, C. Severini, P. Cuccagna, G. Fiorilli, M.P. Allegri, C. Buriani, M. Toti. The Lancet 1998, 351: 1246-1248.
- [10] A. Coluzzi, E. Finizio. Riv. Malariol. 1966, 45: 137-145.
- [11] M. Di Luca, D. Boccolini, F. Severini, L. Toma, F. Mancini Barbieri, A. Massa, R. Romi. Vector-Borne Zoonotic Dis. 2009, 9(6): 703-711.
- [12] R. Romi, G. Pierdominici, C. Severini, A. Tamburro, M. Cocchi, D. Menichetti, E. Pili, A. Marchi. J. Med. Entomol. 1997, 34(3): 263-71.
- [13] R. Romi, C. Severini, M. Cocchi, A. Tamburro, D. Menichetti, G. Pierdominici, G. Majori. Ann. Ist. Super. Sanità 1992, 28(4): 527-31.

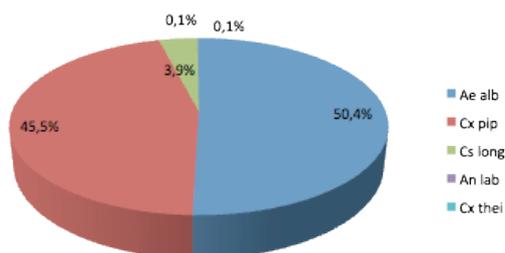


Figura 7: Percentuale delle specie raccolte nel corso del progetto.

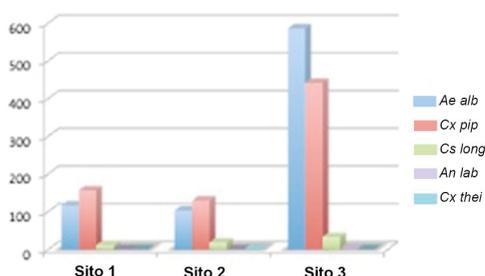


Figura 8: Numero di esemplari raccolti per sito di campionamento.



[14] G.L. Hamer, U.D. Kitron, T.L. Goldberg, J.D. Brawn, S.R. Loss, M.O. Ruiz, D.B. Hayes and E.D. Walker. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2009, 80(2): 268–278.

[15] Sito ufficiale della WNV: <http://www.westnile.eu/it/disease/about-west-nile-virus.asp>.



Macromiceti del versante lucchese del Monte Pisano (Comune di Lucca - LU): contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano IV

Roberto Narducci¹, Angela Cecchini²

Parole chiave: flora micologica, macromiceti, Comune di Lucca, Monte Pisano (LU)

Il presente contributo è a prosecuzione di un filone di studi sulla componente macromicetica del Monte Pisano (LU-PI), iniziato nell'ambito di indagini intraprese dall'Orto Botanico di Lucca, a partire dal 1987. I dati ottenuti sono finalizzati alla realizzazione di una prossima flora micologica del rilievo.

Dopo una introduzione generale sulle caratteristiche geomorfologiche del versante lucchese del Monte Pisano, sono prese in esame le tipologie vegetazionali presenti. Per ogni tipologia sono indicati i macromiceti censiti nel periodo 2002-2012. Per alcuni di essi, ritenuti interessanti, sono presentate immagini e note.

Introduzione

Il contributo è il quarto di una serie, iniziata nel 2010, comprendente i lavori di: Fantoni *et al.* [1]; Narducci [2]; Narducci *et al.* [3].

Il massiccio del Monte Pisano, fa parte della catena montuosa dell'Appennino Settentrionale che si è formata circa 30 milioni di anni fa. Insieme alle Alpi Apuane, a Nord, alla dorsale di Monticiano-Roccastrada e ai Monti dell'Uccellina a Sud, costituisce un allineamento di rilievi conosciuto con il nome di Dorsale Medio Toscana che si estende con una direzione circa nordsud e che comprende quasi tutte le rocce metamorfiche dell'Appennino Settentrionale [4].

Il versante lucchese del Monte ha una copertura vegetale costituita in buona parte da pinete di *Pinus pinaster* Aiton, alle quali si accompagnano i castagneti, gli oliveti e con minor superficie la lecceta e il querceto. La gariga è presente soprattutto sul Monte Penna e sul Monte delle Croci, nel comune di Lucca. Frequenti sono pure le cenosi a *Robinia pseudacacia* L. e, lungo i torrenti, le vegetazioni igrofile ripariali. Nel settore più elevato del massiccio, Monte Faeta (831 m s.l.m.) e Spuntone di Sant'Allago (870 m s.l.m.) è presente anche il faggio, probabilmente residuo

di pregresse e più ampie faggete [5]. Informazioni sul contingente macromicetico presente sono principalmente disponibili in



Monte Pisano – Versante lucchese.

gli autori

¹ Associazione Naturalistica “Aster Natura Toscana” – Via di Coselli 5, 55060 Capannori (LU)

e-mail: roberto1956@supereva.it

² Associazione Naturalistica “Aster Natura Toscana” – Via della Marina 57, Castagneto Carducci (LI)

e-mail: cecchini.angela@tiscali.it

alcuni contributi a partire dal 1995 [6; 7; 8], i cui dati sono poi confluiti nel censimento e mappatura dei macromiceti della Toscana [9; 10].

Materiali e metodi

Le indagini svolte rientrano nell'ambito della prosecuzione di studi legati ad un progetto di censimento e mappatura dei macromiceti della provincia di Lucca e del Monte Pisano in particolare, progetto iniziato nel 1987 dall'Orto Botanico di Lucca e proseguito (dal 1989) in collaborazione con il Gruppo Micologico Lucchese "B. Puccinelli" [11].

Gli ambienti con le varie tipologie vegetazionali, di seguito indicati, sono stati indagati a cadenze aperiodiche dal 2002 al 2012. I reperti individuati sono stati fotografati con fotocamera Canon EOS 400D e obiettivo Canon EFS 60 mm., con successiva determinazione effettuata con l'utilizzo di reagenti e/o coloranti, tra i quali KOH 5%, Ammoniaca 6%, rosso Congo, floxina 1%, reattivo di Melzer, Blu cotone, ecc. Le misurazioni microscopiche sono state effettuate con apparecchio ottico Swift M5 ed obiettivo 1000× ad immersione. I campioni essiccati risultano inseriti nelle seguenti tre collezioni: *Herbarium Horti pisani* (PI), presso l'Orto Botanico di Pisa; *Herbarium Facultatis Agrariae* (PI-AGR), presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agroambientali dell'Università di Pisa; *Herbarium Lucensis* (LUCCA), conservato nei Locali del Museo "Cesare Bicchi" presso l'Orto Botanico di Lucca [12].

Per la redazione della lista delle entità reperite, in ordine alfabetico per ogni tipologia vegetazionale, è stata seguita la nomenclatura indicata nell'*Index Fungorum*. Per ogni campione è indicata la località di raccolta, il substrato di sviluppo se non terricolo, la data del ritrovamento e la sigla dell'erbario in cui è depositato. Per le specie ritenute di maggior interesse sono fornite indicazioni di dettaglio.

Tipologie vegetazionali presenti ed entità associate

Pinete

Si tratta di pinete formate da alberi di altezza

variabile dai 10 ai 15 m. La propagazione della specie, probabilmente indigena, è stata favorita sia dall'intervento antropico con politiche di rimboschimento sia dai ripetuti incendi. Hanno generalmente sostituito precedenti boschi di sclerofille sempreverdi con ornello e querce caducifoglie termofile e in alcuni casi il castagneto. Tali entità, costituenti gli antichi boschi, compaiono sporadicamente qui come nel castagneto.

Amanita citrina (Schaeff.) Pers., San Lorenzo a Vaccoli, 27/12/2008, PI; *Amanita ovoidea* (Bull.: Fr.) Link, San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, LUCCA; *Boletus subtomentosus* L.: Fr., Erpici, 23/08/2004, LUCCA; *Craterellus lutescens* (Fr.: Fr.) Fr., S. Maria del Giudice, 10/11/2002, PI; *Chamaemyces fracidus* (Fr.) Donk, San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, PI e LUCCA; *Chroogomphus fulmineus* (R. Heim) Courtec., San Lorenzo a Vaccoli, 16/12/2005, PI; S. Maria del Giudice, 29/10/2011, PI; *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.: Fr.) O.K. Mill., San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, PI e LUCCA; *Clavulina cinerea* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn; San Lorenzo a Vaccoli, 27/12/2008, PI; *Clavulina rugosa* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn, San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Coniophora puteana* (Schumacher) P. Karst., San Lorenzo a Vaccoli, su legno degradato, 08/02/2008, PI; *Cortinarius purpurascens* Fr.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Exidia saccharina* Fr.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, su rami di pino a terra, 16/01/2008, PI; *Gymnopilus hybridus* (Fr.) Maire, S. Maria del Giudice, su ceppaie di pino, 10/11/2002, PI; San Lorenzo a Vaccoli, su detriti, 20/12/2008, PI; *Gymnopus impudicus* (Fr.) Antonin, Halling & Noordel., San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, LUCCA; *Hydnum rufescens* Schaeff.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, San Lorenzo a Vaccoli LU, 01/12/2007, PI; *Lactarius deliciosus* (L.: Fr.) Gray, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Lactarius sanguifluus* var. *violaceus* (Barla) Basso, S. Maria del Giudice, 02/12/2007, PI; San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Pisolithus arhizus* (Scop.: Pers.) Rausch., Erpici, 23/08/2004, LUCCA; *Rhodocollybia butyracea* (Bull.: Fr.) Lennox, S. Maria del Giudice, 10/11/2002, PI; *Rhodocollybia prolixa* var. *distorta* (Fr.) Antonin, Halling & Noordel., San Lorenzo a Vaccoli, 16/12/2005, PI; *Russula sanguinea* (Bull.) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 01/12/2007,

27/12/2008 e 02/11/2010, PI e PI-AGR; *Russula sardonica* Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 25/12/2007, PI; *Russula torulosa* Bres., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Russula turci* Bres., San Lorenzo a Vaccoli, 10/11/2002 e 20/12/2008, PI; *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.: Fr.) Berk., Pozzuolo, 04/10/2002, PI; *Tricholoma sejunctum* var. *coniferarum* Bon, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Tubulifera arachnoidea* Jacq., San Lorenzo a Vaccoli, su detriti legnosi, 08/02/2008, PI.

Castagneti

I castagneti costituiscono un soprassuolo di origine antropica presente già in tempi precedenti alla formazione delle pinete. Hanno sostituito anch'essi la precedente vegetazione di sclerofille sempreverdi. Si ritrovano in due diverse tipologie: da frutto e cedui. Il ceduo, maggiormente presente, deriva prevalentemente da selve preesistenti degradatesi o trasformate per la produzione di paleria. Gli strati arborei sono formati solitamente da polloni sviluppati da vecchie ceppaie che raggiungono altezze di 10-16 m. *Agaricus phaeolepidotus* (F.H. Møller) F.H. Møller, Pozzuolo, 22/09/2004, PI; *Albatrellus pes-caprae* (Pers.: Fr.) Pouzar, Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Amanita phalloides* (Vaill.: Fr.) Link, Pozzuolo, 12/10/2003, PI; *Aureoboletus gentilis* (Quél.) Pouzar, Pozzuolo, 10/10/2005, PI; *Boletus erythropus* Pers.: Fr., San Cerbone, 22/08/2004, PI; *Boletus pulverulentus* (Opat.) E.-J. Gilbert, Pozzuolo, 12/10/2003, PI; *Boletus rhodopurpureus* Smotl., Vicopelago, 11/11/2007, PI; *Boletus subtomentosus* L.: Fr., Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Cortinarius melanotus* Kalchbr., Pozzuolo, 10/10/2005, PI; *Entoloma bloxamii* (Berk. & Broome) Sacc., Pozzuolo, 12/10/2003, PI; *Gymnopus fusipes* (Bull.: Fr.) Gray, Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Lactarius acris* (Bolton: Fr.) Gray, Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Lactarius volemus* (Fr.: Fr.) Fr., Pozzuolo, 22/09/2004, PI; *Lepiota clypeolaria* (Bull.: Fr.) P. Kumm., San Cerbone, 22/08/2004, PI; *Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot & Galzin, San Lorenzo a Vaccoli, su ceppaia, 08/02/2008, PI; *Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm., Vicopelago, su ceppaie, 19/06/2005, PI; *Russula chloroides* (Krombh.) Bres., Vicopelago,

19/06/2005, PI; *Russula heterophylla* (Fr.) Fr., Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Russula insignis* Quél., Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Russula persicina* Krombh., Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Russula risigallina* (Batsch) Saccardo, Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Tricholoma ustale* (Fr.: Fr.) P. Kumm., Monte delle Croci, 04/10/2005, PI; *Xerocomellus armeniacus* (Quél.) Šutara, Pozzuolo, 12/10/2003, PI; *Xerocomellus rubellus* (Krombh.) Šutara, Pozzuolo, 10/10/2005, PI; *Xylaria hypoxylon* (L.: Fr.) Grev., Pozzuolo, su detriti legnosi, 22/09/2004, PI.

Querceti

Sono costituiti essenzialmente da roverella (*Quercus pubescens* Willd.) e rappresentano i rari lembi di una vegetazione naturale oggi largamente sostituita dal castagneto, dalla pineta e più recentemente dal robinieto, quando non dalla coltura dell'olivo. Insieme alla roverella sono presenti nello strato arboreo *Ostrya carpinifolia* Scop., *Fraxinus ornus* L., *Laurus nobilis* L. *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.: Fr.) Link, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Boletus aereus* Bull.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, LUCCA; *Boletus luridus* Schaeff.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, LUCCA; *Byssomerulius corium* (Pers.) Parmasto, Cotrozzi, su rami di roverella, 22/11/2011, PI e PI-AGR; *Cantharellus cibarius* var. *ferruginascens* Orton, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; S. Maria del Giudice, 13/12/2007, PI; *Ciboria batschiana* (Zopf) N.E. Buchw., San Lorenzo a Vaccoli, su ghiande di roverella, 13/11/2012, PI; *Clavulina rugosa* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn, San Lorenzo a Vaccoli, 24/11/2010, PI; *Clitocybe costata* Kühner & Romagn., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Cortinarius anomalus* (Fr.: Fr.) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 01/12/2007 e 13/11/2012, PI e 02/11/2010, PI-AGR; *Cortinarius caninus* (Fr.: Fr.) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 20/12/2008, PI; *Cortinarius decipiens* (Pers.: Fr.) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 01/12/2007, PI; *Hebeloma pallidoluctuosum* Gröger & Zschiesch., San Lorenzo a Vaccoli, 29/11/2007, PI; *Hebeloma sarcophyllum* (Peck) Sacc., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Helvella elastica* Bull.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Hygrophorus cossus* (Sowerby) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, San Lorenzo a Vaccoli,

20/12/2008 e 02/11/2010, PI e PI-AGR; *Otidea alutacea* (Pers.) Masee, San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Otidea cochleata* (Huds.) Fuckel, San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Russula amoenicolor* Romagn., San Lorenzo a Vaccoli, 21/12/2005, PI; *Russula heterophylla* (Fr.) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 23/09/2002, PI; San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Tricholoma album* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Tricholoma sudum* (Fr.) Quél., San Lorenzo a Vaccoli, 07/11/2002, PI; *Tricholoma sulphureum* (Bull.: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI.

Leccete

Tipica espressione del bosco a sclerofille sempreverdi, le leccete sono qui caratterizzate da *Quercus ilex* L. e specie caducifoglie xeromorfe, quali *Fraxinus ornus* L., *Ostrya carpinifolia* Scop. e, meno frequentemente con *Quercus pubescens* Willd. Sono presenti più che altro nel Comune di Lucca.

Agaricus haemorrhoidarius Schulzer in Kalchbr., S. Maria del Giudice, 03/12/2007, PI; *Agaricus moelleri* Wasser, S. Maria del Giudice, 03/12/2007, PI; *Amanita ovoidea* (Bull.: Fr.) Link, S. Maria del Giudice, 21/10/2012, PI; *Boletus impolitus* Fr., S. Maria del Giudice, 21/10/2012, PI; *Boletus queletii* Schulzer, S. Maria del Giudice, 21/10/2012, PI; *Boletus rhodoxanthus* (Krombh.) Kallenbh., S. Maria del Giudice, 21/10/2012, PI; *Cantharellus cibarius* var. *alborufescens* Malençon, Cotrozzi, 22/10/2003, PI; S. Maria del Giudice, 20/11/2005, PI; *Cantharellus cibarius* var. *ferruginascens* Orton, Cotrozzi, 22/10/2003, PI e LUCCA; *Clavulina rugosa* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn, S. Maria del Giudice, 10/11/2002, PI; *Clitocybe alexandri* (Gillet) Gillet, S. Maria del Giudice, 24/12/2008, PI; *Clitocybe costata* Kühner & Romagn., S. Maria del Giudice, 31/12/2005, PI; *Clitocybe nebularis* (Batsch: Fr.) P. Kumm., S. Maria del Giudice, 03/12/2007, PI; *Cortinarius argentatus* (Pers.: Fr.) Fr., S. Maria del Giudice, 02/12/2007, PI; *Cortinarius calochrous* (Pers.: Fr.) Fr., S. Maria del Giudice, 31/12/2005 e 03/12/2007, PI; *Cortinarius cedretorum* Maire, S. Maria del Giudice, 03/12/2007, PI; *Cortinarius decipiens* (Pers.: Fr.) Fr., S. Maria del Giudice, 02/12/2007, PI; *Cortinarius infractus* (Pers.: Fr.) Fr., S. Maria del Giudice, 03/12/2007, PI; *Cortinarius ionochlorus*

Maire, S. Maria del Giudice, 03/12/2007 e 05/12/2007, PI; *Cortinarius salor* Fr., S. Maria del Giudice, 02/12/2007, PI; *Cortinarius trivialis* J.E. Lange, S. Maria del Giudice, 02/12/2007, PI; Guamo CA, 17/10/2012, PI; *Ganoderma lucidum* (Leyss.: Fr.) P. Karst., S. Maria del Giudice, 31/12/2005, PI; *Geastrum elegans* Vittad., S. Maria del Giudice, 20/11/2005, PI; *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quél., S. Maria del Giudice, 02/12/2007, PI; *Hydnocystis piligera* Tul. & C. Tul., S. Maria del Giudice, 10/01/2007, PI; *Hydnum albidum* Peck, S. Maria del Giudice, 31/12/2005 e 02/12/2007, PI; S. Maria del Giudice, 26/11/2010, PI-AGR; *Hygrocybe persistens* var. *konradii* (R. Haller Aar.) Boertm., S. Maria del Giudice, 18/10/2009, PI; *Hygrophorus russula* (Schaeff.: Fr.) Quél., S. Maria del Giudice, 02/12/2007, PI; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, S. Maria del Giudice, 07/12/2007, PI; *Lactarius atlanticus* Bon, S. Maria del Giudice, 20/12/2006 e 24/12/2008, PI; *Lactarius mairei* Malençon, S. Maria del Giudice, 10/11/2002, PI; *Leotia lubrica* (Scop.: Fr.) Pers., S. Maria del Giudice, 26/11/2010, PI-AGR; *Lepiota castanea* Quél., S. Maria del Giudice, 31/12/2005, PI; *Lepista flaccida* (Sowerby: Fr.) Pat., S. Maria del Giudice, 03/11/2007, PI; *Leucopaxillus amarus* (Quél.) Kotlaba, S. Maria del Giudice, 05/12/2007, PI; *Leucopaxillus tricolor* (Peck) Kühner, S. Maria del Giudice, 18/10/2009, PI; *Macrolepiota fuliginosa* (Barla) Bon, Cotrozzi, 22/10/2003, PI e LUCCA; *Mycena rosea* (Bull.) Gramberg, S. Maria del Giudice, 06/01/2007, PI; *Otidea alutacea* (Pers.) Masee, S. Maria del Giudice, 07/11/2005, PI; *Perenniporia ochroleuca* (Berk.) Ryvarden, S. Maria del Giudice, su legno morto, 02/12/2007, PI; *Psathyrella bipellis* (Quél.) A.H. Sm., S. Maria del Giudice, 06/01/2007, PI; *Rhodocybe gemina* (Fr.) Kuyper & Noordel., Cotrozzi, 10/06/2008, PI; *Russula pallidospora* J. Blum ex Romagn., S. Maria del Giudice, 18/10/2009, PI; *Tricholoma album* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., S. Maria del Giudice, 03/12/2007, PI; *Tricholoma atosquamosum* (Cooke) Sacc., S. Maria del Giudice, 03/12/2007, PI; *Tricholoma quercilicis* (Bon, Narducci & Petrucci) Narducci & Petrucci, S. Maria del Giudice, 31/12/2005, 03/12/2007 e 05/12/2007, PI; *Tricholoma squarrulosum* Bres., S. Maria del Giudice, 14/11/2009, PI; *Tricholoma sulphureum* (Bull.: Fr.) P. Kumm., S. Maria

del Giudice, 24/12/2008, PI; *Tricholoma terreum* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., S. Maria del Giudice, 24/12/2008, PI; *Tuber aestivum* Vittad., Cotrozzi, 15/09/2003, LUCCA; *Volvariella murinella* (Quél.) M.M. Moser, Cotrozzi, 18/10/2012, PI.

Garighe

Sono ambienti derivanti da una degradazione della macchia mediterranea, caratterizzati da cenosi sparse, frammentate, con molte piante arbustive di bassa statura e varie specie erbacee. Contrariamente a ciò che potrebbe suggerire il loro aspetto brullo, sono biotopi notevolmente ricchi di biodiversità. Di particolare interesse micologico anche la presenza di cisti (*Cistus salvifolius* L. e *C. monspeliensis* L.), ai quali si associano alcuni macromiceti.



Gariga sul Monte Penna.

Clitocybe cistophila Bon & Contu, San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, LUCCA; *Entoloma corvinum* (Kühner) Noordel., San Lorenzo a Vaccoli, 13/12/2007, PI; *Galerina sideroides* (Bull.) Kühner, Cotrozzi, tra muschi, 29/10/2011, PI; *Geoglossum fallax* E.J. Durand, Cotrozzi, tra muschi, 26/11/2012, PI; *Hohenbuehelia geogenia* (DC.) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, 17/12/2007, PI; *Hygrocybe persistens* var. *konradii* (R. Haller Aar.) Boertm., S. Maria del Giudice, 18/10/2009, PI; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, Cotrozzi, 22/11/2011, PI-AGR; *Lepista nuda* (Bull.: Fr.) Cooke, San Lorenzo a Vaccoli, 17/12/2007, PI; *Lepista panaeolus* (Fr.) P. Karst., San Lorenzo a Vaccoli, 17/12/2007, PI; *Melanoleuca rasilis* (Fr.) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, 16/12/2007, PI; *Tulostoma brumale* Pers.: Pers., Cotrozzi,

18/10/2012, PI; *Tulostoma cyclophorum* Lloyd, San Lorenzo a Vaccoli, 16/01/2008, PI.

Vegetazione igrofila ripariale

Si sviluppa nelle vallecicole percorse da torrenti ed è caratterizzata dalla presenza dell'ontano (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, che domina o comunque costituisce una presenza significativa nella copertura arborea. Sono presenti anche entità legate ad altre cenosi del Monte o a zone umide, quali *Laurus nobilis* L., *Populus tremula* L., *Sambucus nigra* L., *Corylus avellana* L., *Ilex aquifolium* L. *Hyphodontia sambuci* (Pers.) J. Erikss. in Hjortstam, K.H. Larss. & Ryvarden, San Lorenzo a Vaccoli, su legno di sambuco, 27/12/2008, PI; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003, PI.

Robinieti

Derivano dalla diffusione spontanea di *Robinia pseudacacia* L., che può costituire la percentuale maggiore degli strati arborei o associarsi ad altre specie quali *Castanea sativa* Miller, *Laurus nobilis* L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Quercus ilex* L., *Sambucus nigra* L.

Armillaria mellea (Vahl: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Auricularia auriculariae-judae* (Fr.) Quél., Monte delle Croci, su robinia, 13/12/2007, PI; *Byssomerulius corium* (Pers.) Parmasto, San Lorenzo a Vaccoli, su edera disseccata, 16/01/2008, PI; *Gymnopus erythropus* (Pers.: Fr.) Antonin, Halling & Noordel., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Hohenbuehelia geogenia* (DC.) Singer, S. Maria del Giudice, su detriti legnosi, 10/11/2002, PI; *Lepista sordida* (Schumach.: Fr.) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Stereum gausapatum* (Fr.: Fr.) Fr., Monte delle Croci, su detriti legnosi, 13/12/2007, PI.

Oliveti

Si tratta di oliveti dove sono presenti diverse varietà di olivo (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) coltivate con metodi tradizionali, i quali rappresentano un agroecosistema dove possono essere presenti aspetti significativi di naturalità. Questi ambienti oltre ad avere un chiaro interesse paesaggistico e storico culturale, assumono quindi anche un ruolo importante nella conservazione della biodiversità; numerose sono le specie vegetali ed animali che hanno scelto l'oliveto come

loro habitat di elezione. A tal proposito alcuni botanici italiani [13] ne hanno proposto l'inserimento nell'Allegato I della Direttiva CEE 92/43, come habitat prioritario [14].

Agaricus moelleri Wasser, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Agaricus subperonatus* (Lange) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, 27/12/2008, PI; *Bovista plumbea* Pers.: Pers., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Clitocybe agrestis* Harmaja, San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Crinipellis tomentosa* (Quél.) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, 27/11/2009, PI; *Cystoderma amianthinum* (Scop.) Fayod, San Lorenzo a Vaccoli, 16/01/2008, PI; *Entoloma kuehnerianum* Noordel., San Lorenzo a Vaccoli, 16/01/2008 e 13/11/2012, PI; *Entoloma neglectum* (Lasch) M.M. Moser, San Lorenzo a Vaccoli, 05/11/2005, PI; *Geoglossum fallax* E.J. Durand, San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Gymnopus erythropus* (Pers.: Fr.) Antonin, Halling & Noordel., San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Hygrocybe calyptriformis* (Berk. & Broome) Fayod, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Hygrocybe chlorophana* (Fr.: Fr.) Wünsche, San Lorenzo a Vaccoli, 27/12/2008 e 26/11/2010, PI; San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Hygrocybe citrinovirens* (J.E. Lange) Jul. Schäff., San Lorenzo a Vaccoli, 05/11/2005 e 02/11/2010, PI e PI-AGR; *Hygrocybe coccinea* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 27/12/2008 e 26/11/2010, PI; San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Hygrocybe conica* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Hygrocybe irrigata* (Pers.: Fr.) Bon, San Lorenzo a Vaccoli, 20/11/2005, PI; *Hygrocybe pratensis* (Pers.: Fr.) Murrill, San Lorenzo a Vaccoli, 27/12/2006, 08/02/2008 e 12/12/2011, PI; San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Hygrocybe psittacina* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Hygrocybe spadicea* (Scop.) P. Karst., San Lorenzo a Vaccoli, 05/11/2005 e 16/11/2009, PI; *Hygrocybe virginea* (Wulfen: Fr.) P.D. Orton & Watling, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Inocybe geophylla* (Fr.: Fr.) P. Kumm., San Lorenzo a Vaccoli, 27/11/2007, 20/12/2008 e 13/11/2012, PI; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, San Lorenzo a Vaccoli, 27/11/2007, PI; *Lepista irina* (Fr.) Bigelow, San Lorenzo a Vaccoli, 20/11/2005, PI; *Lepista nuda* (Bull.: Fr.) Cooke, San Lorenzo a Vaccoli, 12/10/2003 e 27/12/2008, PI; *Lepista*

panaeolus (Fr.) P. Karst., San Lorenzo a Vaccoli, 20/11/2005, PI; *Lepista ricekii* Bon, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Lepista sordida* (Schumach.: Fr.) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.: Fr.) Wasser, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; *Marasmius oreades* (Bolton: Fr.) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010 e 13/11/2012, PI-AGR e PI; *Melanoleuca melaleuca* (Pers.: Fr.) Murrill, San Lorenzo a Vaccoli, 02/11/2010, PI-AGR; San Lorenzo a Vaccoli, 13/11/2012, PI; *Omphalotus olearius* (DC.: Fr.) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, 18/10/2008 e 02/11/2010, PI e PI-AGR; *Phellinus ferruginosus* (Schrad.: Fr.) Bourdot & Galzin, San Lorenzo a Vaccoli, su olivo deperiente, 08/02/2008, PI; *Thelephora terrestris* Ehrenb.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, su detriti, 13/11/2012, PI.

Altri ambienti e/o substrati

Aree percorse dal fuoco o resti di falò

Melastiza chaterii (W.G.Sm.) Boud., San Lorenzo a Vaccoli LU, terreno bruciato, 10/12/2007, PI; San Lorenzo a Vaccoli LU, residui di falò, 13/11/2012 e 12/10/2003, PI.

Aree erbose e terreni concimati

Marasmius oreades (Bolton: Fr.) Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 28/08/2002, PI; *Panaeolus spinctrinus* (Fr.) Quél., San Lorenzo a Vaccoli, 13/12/2007, PI; *Peziza vesiculosa* Bull.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, 13/12/2007, PI.

Arboreti e coltivati

Agaricus campestris L.: Fr., San Lorenzo a Vaccoli, in un giardino, 05/11/2005, PI; *Calvatia rugosa* (Berk. & Curtis) Reid, Vicopelago, nell'orto di Angelo Lippi, 12/09/2002 e 18/10/2005, PI; *Chlorophyllum rachodes* (Vittad.) Vellinga, San Lorenzo a Vaccoli, in un frutteto, 09/10/2005, PI; *Crinipellis scabella* (Alb. & Schwein.: Fr.) Murrill, San Lorenzo a Vaccoli, frutteto, 09/10/2005, PI; *Hebeloma pallidoluctuosum* Gröger & Zschesch., San Lorenzo a Vaccoli, in un giardino, 16/11/2005, PI; *Laccaria fraterna* (Cooke & Masee) Pegler, San Lorenzo a Vaccoli, presso mimose, 12/10/2003 e 02/11/2010, PI e PI-AGR; *Lyophyllum decastes* (Fr.: Fr.) Singer, San Lorenzo a Vaccoli, in un orto, 20/04/2008, PI.

Illustrazione di alcune specie ritrovate

Cortinarius argentatus (Pers.: Fr.) Fr.

Specie segnalata una sola volta per il versante pisano del Monte [15], si differenzia da entità vicine anche per l'odore simile al ravanello. *C. argenteopileatus* Nezdobjm., a odore quasi nullo, è legato soprattutto alle betulle; *C. diosmus* Kühner, con odore simile a *C. argentatus*, ha carne brunastra nel cappello anziché biancastra e cresce in prevalenza sotto conifere; *C. alboviolaceus* (Pers.: Fr.) Fr. possiede toni lilacini e odore quasi nullo; *C. traganus* (Fr.: Fr.) Fr. con carne giallo-bruna e un forte odore di acetilene e *C. camphoratus* (Fr.: Fr.) Fr., con odore di patata in decomposizione sono legati a conifere.

Crinipellis tomentosa (Quél.) Singer

Si tratta di una specie di piccole dimensioni comune negli oliveti del Monte Pisano, ma rara altrove, che si sviluppa su detriti legnosi e/o erbacei. Il genere *Crinipellis* si discosta da

Marasmius per reazioni giallo-verdastre alle basi forti. *C. tomentosa* differisce macroscopicamente dalle entità consimili (*C. scabella* (Alb. & Schwein.: Fr.) Murrill; *C. sardoa* Candusso; *C. pedemontana* A. Vizzini, Antonín & Noordel.), per taglia maggiore e odore simile a *Marasmius oreades* (Bolton: Fr.) Fr. Per un quadro informativo sulle specie sopra citate si vedano: [16; 17; 18].

Hygrocybe calyptriformis (Berk. & Broome) Fayod

Si riconosce facilmente per il suo cappello rosa (talvolta con riflessi violacei) e il gambo bianco o sfumato di rosa. Fungo considerato estremamente raro, tanto da essere inserito come gravemente minacciato in molte Liste Rosse; in Svizzera è addirittura salvaguardato da un'Ordinanza sulla protezione della Natura e del Paesaggio – OPN [19]; non è poi così infrequente negli oliveti del Monte Pisano, probabilmente perché questi ambienti si sono mantenuti integri

nel tempo, grazie anche a metodologie colturali tradizionali, che non prevedono un ampio uso di fertilizzanti [20].

Tricholoma quercilicis (Bon, Narducci & Petrucci) Narducci & Petrucci



Questa entità, ben diffusa nelle leccete del Monte Pisano, è stata ben descritta, nei suoi caratteri macro e microscopici, da Marchand [21] su ritrovamenti francesi, ma erroneamente interpretata come *Tricholoma ramentaceum* var. *pseudotriste* Bon. Nel 1991 è reperita per la prima volta in lucchesia e successivamente in altre stazioni della Toscana settentrionale. Descritta in seguito come nuova varietà di *Tricholoma ramentaceum* (Bull.: Fr.) Ricken [22], è stata poi ridenominata, dati i caratteri peculiari che ben diversificano questa specie sia da *T. ramentaceum* che da *T. sculpturatum* (Fr.) Quél. e *T. myomyces* (Pers.: Fr.) J.E. Lange [23; 24]. Di seguito la diagnosi latina:

Tricholoma ramentaceum var. *quercilicis* M. Bon, Narducci & Petrucci var. nov.: a typo varietateque *pseudotriste* differt zona annularia incospicua vel cortiniformi, fugaci habitatineque meridionali sub *Quercu ilici*. Spora sicut in var. *pseudotriste* vel *curtiores*, Q (L/1) circa 1,6 - 1,7. Holotypus: Italia, Lucca, 19-11-94, in herb. M. B. (Fac Pharma - Lille) conservatur n. 1012.

La produzione dei basidiocarpi inizia in tarda stagione autunnale e si protrae fino ad inverno inoltrato. Le stazioni di crescita presentano solitamente numerosi individui, gregari, spesso frammentati ad altre specie di *Tricholoma*: *T. gausapatum* (Fr.) Quél., *T. atosquamosum* (Chevall.) Sacc., *T. atosquamosum* var. *squarrulosum* (Bres.) Konrad & Maubl.

Tricholoma sudum (Fr.) Quél.



Fungo non comune, spesso viene confuso con *T. saponaceum* (Fr.: Fr.) P. Kumm. che possiede simili caratteri morfocromatici, dal quale differisce soprattutto per l'odore fruttato e non di sapone o iodio e che è ben descritto e rappresentato nella Tab. 116 nell'Iconographia Mycologica [25]. Nel Monte Pisano si presenta abbondante solo in autunni particolarmente piovosi e in stazioni delimitate. Esiste in letteratura anche *T. sudum* Jossierand & Pouchet, ma si tratta dell'attuale *T. jossierandii* Bon = *T. groanense* Viola [26].

Tulostoma cyclophorum Lloyd



T. cyclophorum è un'entità vicina al più comune *T. fimbriatum* Fr.: Pers. e se ne differenzia soprattutto per i micosclereidi presenti nell'endoperidio e le spore più piccole e regolari. Specie macroscopicamente simili sono anche *T. caespitosum* Trabut ex Sacc., a crescita talvolta cespitosa e stipite fortemente striato o scanalato e *T. dumeticola* Long., segnalato in aree caldo umide dell'America meridionale [27]. Sul Monte Pisano

risulta segnalato anche a San Giuliano Terme in località Corliano [28].

Bibliografia

- [1] E. Fantoni, A. Cecchini, R. Narducci, P.E. Tomei, *Macromiceti presenti nelle sugherete delle Aree Protette del Monte Pisano (PI). Contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano I*. Codice Armonico 2010, 57.
- [2] R. Narducci, *Macromiceti invernali dei Botacci di Massa Pisana (LU). Contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano II*. Codice Armonico. 2010, 90.
- [3] R. Narducci, A. Cecchini, E. Fantoni, P.E. Tomei, *Macromiceti delle Aree Protette del Monte Pisano (PI): A.N.P.I.L. del Lato – Riserva Naturale Provinciale Monte Serra di Sotto. Contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano III*. Codice Armonico 2012, 9.
- [4] C. Montomoli, *L'evoluzione dell'ambiente geografico. I monti Pisani geologicamente parlando*. In: Gli olivi e l'olio del Monte Pisano, Ambiente Storia Attualità, a cura di E. Fantoni e R. Narducci. Edizioni ETS, Pisa, 2013: 23.
- [5] P.E. Tomei, P.C. Kugler, *Aspetti biologici del territorio del Comune di Capannori*. Studi Capannoresi, 1999, 3: 1.
- [6] R. Narducci, P. Petrucci, *Macromiceti reperiti in provincia di Lucca negli anni 1985-1994 con le indicazioni dei luoghi e degli ambienti di raccolta*. In: Contributo alla conoscenza dei macromiceti che crescono nella provincia di Lucca. Comunità Montana della Garfagnana, Orto Botanico "Pania di Corfino". Tipografia Editrice Pisana, Pisa, 1995.
- [7] P.E. Tomei, R. Narducci, A. Lippi, *Prodromo alla flora macromicetica della provincia di Lucca*. Provincia di Lucca, 1997.
- [8] R. Narducci, *I macromiceti del territorio del Comune di Capannori*. In: *Aspetti biologici del territorio del Comune di Capannori*. Studi Capannoresi. Comune di Capannori, 1999, 3: 18.
- [9] Aa.Vv., *I funghi in Toscana (mappatura e censimento dei macromiceti epigei)*. Bandecchi e Valdi, Pontedera (PI), 1999.
- [10] M. Della Maggiora, F. Tolaini, D. Antonini, M. Antonini, *Elenco dei macromiceti epigei segnalati per il territorio regionale dal 1900 al 2003*. Supplemento a: "Storia della Micologia in

Toscana". Associazione Gruppi Micologici Toscani (AGMT) - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo Forestale (AR-SIA): 28-30. Tip. Valdarnese, S. Giovanni Valdarno (AR), 2004.

- [11] R. Narducci, *Erbario del G.M.L. Costituzione, vicissitudini e prime specie iconografate*. Bollettino del Gruppo Micologico Lucchese "B. Puccinelli". Felici, Pisa, 2001, 2: 6.
- [12] R. Narducci, A. Cecchini, *Herbarium Horti Botanici Lucensis. Schede micologiche enumerate. (IV centuria-Vcenturia)*. Bull. Orto Bot. Lucca, 2011, 4: 41.
- [13] E. Biondi, N. Biscotti, S. Casavecchia, M. Marrese, *"Oliveti secolari": habitat nuovo proposto per l'inserimento nell'Allegato I della Direttiva (92/43 CEE)*. Fitosociologia, 2007, 44(2) (suppl. 1): 213.
- [14] P.E. Tomei, *Sulla flora degli oliveti del Monte pisano*. In: Gli olivi e l'olio del Monte Pisano, Ambiente Storia Attualità, a cura di E. Fantoni e R. Narducci. Edizioni ETS, Pisa, 2013: 39.
- [15] G. Monti, G. Ficini, *Studi sulla flora e vegetazione del Monte Pisano (Toscana Nord-Occidentale)*. 6. *I Macromiceti (Materiale per una flora micologica della provincia di Pisa. 2.)* Webbia, 1980, 34(2): 677.
- [16] M. Bon, *Les collybio-marasmioïdes et ressemblants*. Flore Mycologique d'Europe 5. Doc. Mycol. Mém Hors Sér 5, 1999.
- [17] M. Candusso, *Una nuova specie di Crinipellis. C. sardoa nov. sp.* Boll. Gruppo Micol. G. Bresadola Trento, 1986, 29(1-2): 25.
- [18] A. Vizzini, V. Antonin, M.E. Noordeloos, *Crinipellis pedemontana sp. nov. (Agaricomycetes), a new basidiomycete from Italy*. Mycologia, 2007, 99(5): 786.
- [19] Aa.Vv., *Alcuni esempi tratti dalla lista delle specie prioritarie a livello nazionale*. Confederazione Svizzera, Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC, Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Scheda 20/05/2011.
- [20] A. Cecchini, R. Narducci, *I funghi (macromiceti) degli oliveti del Monte Pisano*. In: Gli Olivi e l'Olio del Monte Pisano, Ambiente Storia Attualità. Edizioni ETS, Pisa, 2013: 59.
- [21] A. Marchand, *Champignons du Nord et du Midi – Les Tricholomes – Tome 9*. Société Mycologique des Pyrénées Méditerranéennes. Perpignan, 1986.

- [22] M. Bon, R. Narducci, P. Petrucci, *Une nouvelle variété de tricholome des chenes verts: Tricholoma ramentaceum (Bull. : Fr.) Ri. var. quercilicis var. nov.* Doc. Mycol., 1996, 26(102): 13.
- [23] R. Narducci, *Segnalazioni floristiche – Flora Micologica*. In “Notule floristiche per la Toscana” a cura della Sezione Toscana della Soc. Bot. Ital., 2005: 35.
- [24] R. Narducci, *Le sugherete dei Monti Pisani e primi dati sulle indagini micologiche in corso*. Annali Micologici A.G.M.T., 2009, 2: 49.
- [25] G. Bresadola, *Iconographia Mycologica*. Vol. 3. Società Botanica Italiana – Museo Civico di Trento. Arti Grafiche Pizzi & Pizio, Milano, 1928.
- [26] M. Jossierand, *Note sur Tricholoma sudum*. Bull. Soc. Linn. de Lyon, 1977, 46(5): 154.
- [27] P. Franchi, M. Giovannetti, L. Gorreri, M. Marchetti, G. Monti, *La Biodiversità dei Funghi del Parco. Inventario della flora micologica del Parco naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli*. Leonardo - Istituto di Ricerca sul Territorio e l'Ambiente. Università di Pisa - Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli. Felici Editore, Ghezzano, San Giuliano Terme (PI), 2006.
- [28] R. Narducci, *Due interessanti ritrovamenti nell'area di Corliano: Ripartites tricholoma (Alb. & Schwein.: Fr.) P. Karst. e Tulostoma cyclophorum Lloyd*. INTER NOS – Quaderni della Sezione di Botanica e Geobotanica Applicata - Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa. Quaderno n. 1. Edizioni ETS, Pisa, 2007: 77.

Macromiceti del versante lucchese del Monte Pisano (Comune di Capannori - LU): contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano V

Roberto Narducci¹, Angela Cecchini²

Parole chiave: flora micologica, macromiceti, Comune di Capannori, Monte Pisano (LU)

In questa quinta pubblicazione sono presi in esame i macromiceti del Comune di Capannori, con le stesse modalità illustrate nel IV contributo, presente in questo stesso volume. Per alcuni di essi, ritenuti interessanti, sono presentate immagini e note. Vengono infine elaborati i dati inerenti le indagini sul Monte Pisano, per il periodo 2002-2012, sia per il Comune di Lucca che per quello di Capannori.

Pinete

Amanita ceciliae (Berk. & Broome) Bas, Vorno, 07/11/2002, PI; *Amanita gemmata* (Fr.) Bertill., Vorno, 27/12/2008, PI; Coselli, 25/10/2011, PI; *Amanita muscaria* (L.: Fr.) Lam., Guamo, 15/12/2006, PI; *Amanita muscaria* var. *formosa* (Pers.) Bertill., Vorno, 12/11/2005, PI; *Amanita pantherina* (DC.: Fr.) Krombh., Vorno, 08/12/2007, PI; *Amanita rubescens* f. *annulosulphurea* (Gillet) J.E. Lange, Guamo, 12/10/2005, PI; *Cantharellus cibarius* (Fr.: Fr.) Fr., Guamo, 05/12/2007, PI; *Chamaemyces fracidus* (Fr.) Donk, Guamo, 17/10/2012, PI; *Chroogomphus fulmineus* (R. Heim) Courtec., Vorno, 27/12/2005, PI; *Clavulina cinerea* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn; Vorno, 07/11/2002 e 08/12/2007, PI; *Clavulina coralloides* var. *bicolor* (Donk) Franchi & M. Marchetti, Coselli, 12/11/2005, PI; *Clavulina rugosa* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn, Vorno, 08/12/2007, PI; Coselli, 29/11/2012, PI; *Clitocybe decembris* Singer, Coselli, 14/12/2006 e 27/11/2007, PI; Vorno, 06/12/2007, PI; *Cortinarius croceus* (Schaeff.: Fr.) Gray, Vorno, 11/01/2008, PI; *Cortinarius elatior* Fr., Vorno, 18/12/2006 e 19/12/2007, PI; *Cortinarius mucosus* (Bull.) Kichx., Vorno, 07/11/2002, 18/12/2006 e 19/12/2007, PI; *Cortinarius semisanguineus* (Fr.) Gillet, Guamo, 05/12/2007 e 12/12/2007, PI; Vorno,

08/12/2007, PI; *Cystoderma jasonis* (Cooke & Massee) Harmaja, Vorno, 12/11/2005, PI; *Entoloma cetratum* (Fr.: Fr.) M.M. Moser, Coselli, 25/10/2011, PI; *Craterellus lutescens* (Fr.: Fr.) Fr., Coselli, 27/12/2005 e 25/10/2011, PI; Guamo, 12/10/2005, PI; *Entoloma ochromicaceum* Noordel. & Liiv, Coselli, 18/11/2005 e 27/11/2009, PI; *Entoloma pleopodium* (Bull.: Fr.) Noordel., Coselli, 16/12/2011 e 26/11/2012, PI; *Exidia saccharina* Fr.: Fr., Badia di Cantignano, su legno di pino, 06/02/2008 e 24/03/2008, PI; *Geastrum rufescens* Pers.: Pers., Vorno, 18/12/2006, PI; *Geopora arenicola* (Lév.) Kers, Coselli, 23/04/2008, PI; *Gomphidius roseus* (Nees: Fr.) Gillet, Vorno, 18/12/2006, PI; *Gymnopilus hybridus* (Fr.) Maire, Guamo, su legno di pino, 12/10/2005, PI;

gli autori

¹ Associazione Naturalistica
“Aster Natura Toscana” – Via di Coselli 5,
55060 Capannori (LU)

e-mail: roberto1956@supereva.it

² Associazione Naturalistica
“Aster Natura Toscana” – Via della Marina
57, Castagneto Carducci (LI)

e-mail: cecchini.angela@tiscali.it

Coselli, su detriti, PI-AGR; *Gymnopilus penetrans* (Fr.) Murrill, Vorno, su detriti, 25/11/2007, PI; *Gymnopilus brassicolens* (Romagn.) Antonin & Noordel., Coselli, su detriti, 26/11/2012, PI; *Gymnopilus confluens* (Pers.) Antonin, Halling & Noordel., Coselli, 02/10/2011, PI; *Gymnopilus dysosmus* Polemis & Noordel., Coselli, su residui di felce aquilina, 16/12/2011 e 01/11/2012, PI; Coselli, su residui di felce aquilina, 05/12/2011, PI-AGR; *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quél., Vorno, 10/12/2007, PI; *Hebeloma fastibile* (Pers.: Fr.) P. Kumm., Coselli, 25/10/2011 e 26/11/2012, PI; *Helvella elastica* Bull.: Fr., Guamo, 07/11/2002, PI; *Hydnellum conrescens* (Pers. ex Schwein.) Banker, Coselli, 22/10/2002, 25/11/2007 e 29/11/2012, PI; *Hydnellum ferrugineum* (Fr.: Fr.) P. Karst., Coselli, 03/11/2012, PI; *Hydnellum scrobiculatum* (Fr.) P. Karst., Banker, Coselli, 09/10/2010, PI; *Hygrocybe conica* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., Vorno, 25/11/2007, PI; Coselli, 30/11/2007, PI; *Hygrocybe miniata* (Fr.: Fr.) P. Kumm., Coselli, 26/11/2012, PI; *Hygrocybe psittacina* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., Coselli, 14/01/2008, PI; *Hygrocybe reidii* Kühner, Coselli, 29/11/2012, PI; *Hygrophoropsis aurantiaca* (Wulfen: Fr.) Maire, Coselli, su detriti legnosi, 05/12/2011, PI-AGR; *Hygrophorus agathosmus* (Fr.) Fr., Coselli, 14/12/2006, PI; *Inocybe geophylla* var. *lilacina* (Peck) Gillet, Coselli, 27/11/2007, PI; *Inocybe sindonia* (Fr.: Fr.) P. Karst., Coselli, 27/11/2007, PI; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, Vorno, 07/11/2002 e 25/11/2007, PI; Guamo, 06/12/2007, PI; *Lactarius citriolens* Pouzar, Vorno, 15/11/2004, PI; *Lactarius deliciosus* (L.: Fr.) Gray, Coselli, 16/12/2011, PI; *Lactarius quieticolor* Romagn., Coselli, 06/11/2007, PI; *Lepista flaccida* (Sowerby: Fr.) Pat., Coselli, 22/10/2002, PI; *Lycoperdon molle* Pers.: Pers., Coselli, 14/12/2006, PI; *Lycoperdon nigrescens* Pers.: Pers., Coselli, 25/10/2011, PI; *Lyophyllum aemiliae* Consiglio, Vorno, 18/12/2006 e 08/12/2007, PI; *Marasmius androsaceus* (L.: Fr.) Fr., Coselli, su aghi, 12/12/2007, PI; *Melanoleuca decembris* Métrod ex Bon, Vorno, 06/12/2007, PI; *Melanoleuca melaleuca* (Pers.: Fr.) Murrill, Coselli, 26/11/2007, PI; *Mycena epipterygia* (Scop.: Fr.) Gillet, Coselli, 12/12/2007, PI; *Mycena galopus* (Pers.: Fr.) P. Kumm., Vorno, 25/11/2007, PI; *Mycena inclinata* (Fr.) Quél., Monte Faeta, su detriti, 13/10/2004, LUCCA; *Mycena vitilis* (Fr.) Quél.,

Vorno, 25/11/2007, PI; *Oligoporus leucomalleus* (Murril) Gilbn. & Ryvardeen, Coselli, su tronchi di pino, 28/11/2011, PI-AGR; *Paxillus ionipus* Quél., Coselli, su ceppaie di pino, 26/11/2012, PI; *Phellodon niger* (Fr.: Fr.) P. Karst., Coselli, 26/11/2007, PI; *Pholiota spumosa* (Bolton: Fr.) Singer, Coselli, su legno di pino, 25/10/2011 e 08/12/2011, PI e PI-AGR; *Rhizopogon luteolus* Fr.: Fr., Coselli, 16/12/2011, PI; *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr., Guamo, 12/10/2005, PI; *Rhodocollybia butyracea* (Bull.: Fr.) Lennox, Guamo, 25/11/2007, PI; Vorno, 08/12/2007, PI; *Rhodocollybia prolixa* var. *distorta* (Fr.) Antonin, Halling & Noordel., Coselli, 22/10/2009, PI; *Rickenella fibula* (Bull.: Fr.) Raith., Coselli, 22/10/2009, PI; *Russula caerulea* Fr., Monte Faeta, 13/10/2004, LUCCA; Guamo, 12/10/2005, PI; Coselli, 25/10/2011, PI; *Russula sanguinea* (Bull.) Fr., Guamo, 07/11/2002, PI; *Russula sardoniana* Fr., Vorno, 18/10/2002, PI; *Russula torulosa* Bres., Guamo, 07/11/2002 e 12/01/2007, PI; Coselli, 26/11/2007 e 25/10/2011, PI; *Russula turci* Bres., Monte Faeta, 13/10/2004, LUCCA; Guamo, 12/10/2005, PI; Vorno, 12/11/2005 e 25/11/2007, PI; *Sarcodon scabrosus* (Fr.) P. Karst., Coselli, 21/12/2007, PI; *Sarcodon squamosus* (Schaeff.) Quél., Vorno, 12/01/2007, PI; Coselli, 06/12/2007, PI; *Scleroderma citrinum* Pers.: Pers., Vorno, 18/12/2006, PI; *Scleroderma polyrhizum* (J.F. Gmel.: Pres.) Pers., Vorno, 18/12/2006, PI; *Suillus bovinus* (L.: Fr.) Roussel, Vorno, 07/11/2002, PI; Monte Faeta, 13/10/2004, LUCCA; *Tapinella atrotomentosa* (Batsch: Fr.) Šutara., Vorno, su tronchi di pino, 25/11/2007, PI; *Tapinella panuoides* (Batsch: Fr.) E.-J. Gilbert, Guamo, 12/01/2007, PI; Coselli, 26/11/2012, PI; *Thelephora terrestris* Ehrenb.: Fr., Vorno, su detriti, 18/12/2006 e 25/11/2007, PI; *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.: Fr.) Ryvardeen, Badia di Cantignano, su tronchi di pino, 06/02/2008, PI; *Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken, Coselli, 06/12/2007, PI; *Tricholoma colossus* (Fr.) Quél., Coselli, 03/12/2011, PI-AGR; *Tricholoma equestre* (L.: Fr.) P. Kumm., Coselli, 15/12/2006, PI; Guamo, 15/12/2007, PI; *Tricholoma portentosum* (Fr.: Fr.) Quél., Vorno, 18/12/2006, PI; Coselli, 25/10/2011, PI; *Tricholoma saponaceum* (Fr.: Fr.) P. Kumm., Guamo, 25/11/2007, PI; *Tricholoma stans* (Fr.: Fr.) Sacc., Guamo, 07/11/2002, PI; Vorno, 18/12/2006 e 25/11/2007, PI; *Tricholoma sudum* (Fr.) Quél.,



Tricholoma stans (Fr.: Fr.) Sacc.

Guamo, 07/11/2002, PI; Coselli, 14/12/2006 e 16/12/2007, PI; *Tricholoma terreum* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., Vorno, 08/12/2007, PI.

Castagneti

Albatrellus cristatus (Schaeff.: Fr.) Kotl. & Pouzar, Monte Faeta, 13/10/2004, LUCCA; *Aleuria aurantia* (Pers.: Fr.) Fuckel, Vorno, 10/10/2003, PI; *Amanita citrina* (Schaeff.) Pers., Vorno, 22/10/2004, PI; *Amanita crocea* var. *subnudipes* Romagn., Guamo, 30/06/2010, PI; *Amanita excelsa* var. *spissa* (Fr.) Neville & Poumarat, S. Andrea di Compito, 06/10/2006, PI; *Amanita gemmata* (Fr.) Bertill., Vorno, 22/10/2004, PI; *Amanita rubescens* Pers.: Fr., Ruota, 12/10/2004, PI; *Artomyces pyxidatus* (Pers.: Fr.) Jülich, Vorno, su legno degradato, 22/11/2005, PI; *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod, Vorno, 10/10/2005, PI; *Boletus aereus* Bull.: Fr., Vorno, 10/10/2005, PI; *Boletus aestivalis* (Paulet) Fr., Vorno, 23/09/2004, PI; *Boletus calopus* Pers.: Fr., Vorno, 23/09/2004, PI; *Boletus luridus* Schaeff.: Fr., Ruota, 12/10/2004, PI; *Clitocybe nebularis* (Batsch: Fr.) P. Kumm., Vorno, 22/11/2005, PI; *Clitocybe odora* (Bull.: Fr.) P. Kumm., Vorno, 22/10/2004, PI; *Coltricia perennis* (L.: Fr.) Murril, Vorno, 26/06/2008, PI; *Cortinarius caeperatus* (Pers.: Fr.) Fr., Vorno, 10/10/2003, PI; *Cortinarius rubicundulus* (Rea) A. Pearson, Vorno, 23/09/2004, PI; *Entoloma rhodopolium* (Fr.: Fr.) P. Kumm., Vorno, 22/11/2005, PI; *Gymnopilus junonius* (Fr.: Fr.) P.D. Orton, Coselli, su ceppaia di castagno, 02/10/2011, PI; *Gymnopilus fusipes* (Bull.: Fr.) Gray, S. Andrea di Compito, 06/10/2006, PI; Guamo, 30/06/2010, PI; *Hebeloma sinapizans* (Fr.) Gillet, Vorno, 22/10/2004, PI; *Hydnellum scrobiculatum* (Fr.) P.

Karst., Vorno, 10/10/2003, PI; *Hydnum rufescens* Schaeff.: Fr., Vorno, 19/12/2007, PI; *Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.: Fr.) Lév., Guamo, su legno degradato, 31/01/2008 e 30/06/2010, PI; *Hypholoma lateritium* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., Monte Faeta, 13/10/2004, LUCCA; *Lactarius acris* (Bolton: Fr.) Gray, Guamo, 11/09/2010, PI; *Lactarius controversus* Pers., Ruota, 12/10/2004, PI; *Lactarius decipiens* Quél., S. Andrea di Compito, 06/10/2006, PI; *Lenzites betulinus* (L.: Fr.) Fr., Guamo, su legno degradato, 12/10/2005, PI; *Lepista sordida* (Schumach.: Fr.) Singer, Guamo, 07/11/2002, PI; *Lycoperdon pyriforme* Schaeff.: Pers., Coselli, su ceppaia di castagno, 25/10/2011, PI; *Lyophyllum decastes* (Fr.: Fr.) Singer, Vorno, 25/11/2007, PI; *Marasmius quercophilus* Pouzar, Guamo, 06/10/2010, PI; *Mycena pelianthina* (Fr.: Fr.) Quél., Guamo, 12/10/2005, PI; *Paxillus involutus* (Batsch: Fr.) Fr., Vorno, 22/10/2004, PI; *Pluteus petasatus* (Fr.) Gillet, Guamo, su detriti legnosi, 15/04/2002, PI; *Russula ionochlora* Romagn., Guamo, 30/06/2010, PI; *Russula virescens* (Schaeff.) Fr., Ruota, 12/10/2004, PI; *Scleroderma areolatum* Ehrenb., Guamo, 30/06/2010, PI; *Stereum gausapatum* (Fr.: Fr.) Fr., Vorno, su rami secchi, 26/06/2008, PI; *Stereum hirsutum* (Willd.: Fr.) Gray, Guamo, 30/06/2010, PI; *Stereum rugosum* (Pers.: Fr.) Fr., Guamo, su rami a terra, 24/12/2008, PI; *Tricholoma columbetta* (Fr.: Fr.) P. Kumm., Vorno, 23/09/2004, PI; *Tylopilus felleus* (Bull.: Fr.) P. Karst., Vorno, 23/09/2004, PI; *Xerocomellus armeniacus* (Quél.) Šutara, Guamo CA, 30/06/2010, PI; *Xerocomellus chrysenteron* (Bull.) Šutara, Guamo, 11/09/2010, PI; *Xerula pudens* (Pers.) Singer, Ruota, 12/10/2004, PI; Monte Faeta, 13/10/2004, LUCCA.

Querceti

Agaricus luteomaculatus (F.H. Møller) F.H. Møller, Guamo, 12/11/2005, PI; *Armillaria gallica* Marxm. & Romagn., Coselli, 22/10/2002, PI; *Boletus badius* (Fr.: Fr.) Fr., Coselli, 06/12/2007, PI; *Boletus fragrans* Vittad., Guamo, 14/09/2002 e 12/10/2005, PI; *Clavariadelphus flavoimmaturus* Petersen, Coselli, 06/11/2007, PI; *Cortinarius orellanus* Fr., Guamo, 25/11/2007, PI; *Dacrymyces stillatus* Nees: Fr., Guamo, su legno degradato, 06/02/2008, PI; *Dictydiaetaliium plumbeum* (Schumach.) Rostaf. ex Lister, Guamo, su legno degradato, 06/02/2008, PI;

Entoloma incanum (Fr.: Fr.) Hesler, Guamo, 17/10/2012, PI; *Entoloma lividoalbum* (Kühner & Romagn.) Kubička, Guamo, 17/10/2012, PI; *Entoloma plebejum* (Kalchbr.) Noordel., Guamo, 06/02/2008, PI; *Gymnopus dryophilus* (Bull.: Fr.) Murrill, Guamo, 12/10/2005 e 06/10/2010, PI; *Gymnopus fusipes* (Bull.: Fr.) Gray, Guamo, alla base di roverella, 12/10/2005, PI; *Hyphodontia quercina* (Pers.) J. Erikss., Guamo, 16/01/2008, PI; *Inocybe decipiens* Bres., Coselli, 25/10/2011, PI; *Inocybe phaeoleuca* Kühner, Coselli, 16/12/2011, PI; *Lactarius quietus* (Fr.: Fr.) Fr., Guamo, 12/10/2005, 16/12/2006, 25/11/2007, 06/12/2007 e 17/10/2012, PI; *Lactarius subumbonatus* Lindgr., Guamo, 17/10/2012, PI; *Lepiota cristata* (Bolton: Fr.) P. Kumm., Guamo, 06/10/2010, PI; *Lepista ricekii* Bon, Guamo, 17/10/2012, PI; *Lycoperdon nigrescens* Pers.: Pers., Guamo, 10/12/2006, PI; *Morchella elata* Fr., Badia di Cantignano, 24/03/2008, PI; *Mycena galericulata* (Scop.: Fr.) Gray, Coselli, su cepaia di roverella, 28/11/2011, PI-AGR; *Mycena pelianthina* (Fr.: Fr.) Quél., Guamo, 17/10/2012, PI; *Peniophora quercina* (Pers.: Fr.) Cooke, Guamo, su rami a terra, 24/12/2008, PI; *Phylloporus rhodoxanthus* (Schwein.: Fr.) Bres., Guamo, 06/10/2010, PI; *Pluteus leoninus* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., Guamo, 12/12/2006, PI; *Radulomyces molaris* (Chaillet ex Fr.: Fr.) M.P. Christ., Guamo, su rami di roverella, 06/02/2008, PI; *Russula brunneoviolacea* Crawshay, Guamo, 24/10/2005, PI; *Russula cuprea* (Krombh.) J.E. Lange, Coselli, 02/10/2011, PI; *Russula densifolia* Gillet, Guamo, 12/10/2005, PI; *Russula fragilis* (Pers.: Fr.) Fr., Vorno, 25/11/2007 e 08/12/2007, PI; *Russula lepida* (Fr.: Fr.) Fr., Guamo, 12/10/2005, PI; *Russula praetervisa* Sarnari, Guamo, 17/10/2012, PI; *Russula viscida* Kudřna, Guamo, 17/10/2012, PI; *Russula xerampelina* Schaeff.: Fr., Coselli, 16/12/2011, PI; *Schizophyllum commune* L.: Fr., Guamo, detriti legnosi, 31/01/2008, PI; *Scleroderma verrucosum* (Bull.: Pers.) Pers., Guamo, 12/10/2005, PI; *Tremella foliacea* Pers.: Fr., Guamo, su detriti legnosi, 06/02/2008, PI; *Tremella globispora* D.A. Reid, Guamo, su detriti legnosi, 06/02/2008, PI; *Tricholoma sulphureum* (Bull.: Fr.) P. Kumm., Guamo, 25/11/2007, PI; Coselli, 16/12/2011, PI; *Xerocomellus chrysenteron* (Bull.) Šutara, Guamo, 17/10/2012, PI; *Xerocomellus rubellus* (Krombh.) Šutara, Guamo, 12/10/2005, PI.

Leccete

Boletus pulverulentus (Opat.) E.-J. Gilbert, Coselli, 22/10/2002, PI; *Clavulina cinerea* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn, Coselli, 29/11/2012, PI; *Cortinarius bulliardii* (Pers.: Fr.) Fr., Coselli, 25/10/2011, PI; *Helvella crispa* (Scop.: Fr.) Fr., Guamo, 07/11/2002, PI; *Lactarius atlanticus* Bon, Guamo, 07/11/2002, PI; Vorno, 08/12/2007, PI; *Lactarius quietus* (Fr.: Fr.) Fr., Vorno, 19/12/2007, PI; *Lactarius subumbonatus* Lindgr., Vorno, 08/12/2007, PI; *Lepista nuda* (Bull.: Fr.) Cooke, Guamo, 07/11/2002, PI; *Leucocoprinus brebissonii* (Godey in Gillet) Locq., Coselli, 25/10/2011, PI; *Otidea cochleata* (Huds.) Fuckel, Vorno, 08/11/2007, PI; *Russula fragilis* var. *knauthii* (Singer) Kuyper & Vuure, Vorno, 08/12/2007, PI; *Russula maculata* Quél., Coselli, 25/10/2011, PI; Guamo, 17/10/2012, PI; *Tricholoma sculpturatum* (Fr.) Quél., Guamo, 07/11/2002 e 02/12/2007, PI.

Garighe

Hebeloma cistophilum Maire, Vorno, 02/12/2007, PI; *Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Cooke, Coselli, 26/11/2012, PI; *Russula galochooides* Sarnari, Coselli, presso corbezzoli, 06/11/2007, PI; *Stereum ostrea* Blume & T. Nees: Fr.) Fr., Coselli, su detriti di cisto, 26/11/2012, PI; *Thelephora terrestris* Ehrenb.: Fr., Coselli, su detriti di cisto, 26/11/2012, PI; *Trichia varia* (Pers.) Pers., Coselli, su detriti erbacei e legnosi, 03/12/2011, PI-AGR;

Vegetazione igrofila ripariale

Auricularia auricula-judae (Fr.) Quél., Guamo, su sambuco, 31/01/2008, PI; *Bisporella citrina* (Batsch: Fr.) Korf & Carp., Guamo, su detriti



Area umida dei Bottacci di Massa Pisana.

legnosi, 27/01/2008, PI; *Byssomerulius corium* (Pers.) Parmasto, Coselli, su rami di latifoglie, 16/12/2011, PI; *Clitocybe barbularum* (Romagn.) P.D. Orton, Coselli, tra muschi, 25/10/2011, PI; *Crepidotus variabilis* (Pers.: Fr.) P. Kumm., Coselli, su detriti erbacei e legnosi, 29/12/2008 e 29/11/2012, PI; *Daedaleopsis confragosa* (Bolton: Fr.) J. Schröt, Guamo, su salice, 12/02/2008, PI; *Diatrype stigma* (Hoffm.: Fr.) Fr., Guamo, su legno degradato, 30/06/2010, PI; *Entoloma hirtipes* (Schumach.: Fr.) M.M. Moser, Guamo, 12/02/2008, PI; *Lentinus tigrinus* (Bull.: Fr.) Fr., Guamo, su detriti legnosi, 14/09/2002, PI; *Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot & Galzin, Guamo, su ontano, 10/02/2008, PI; *Psathyrella silvestris* (Gillet) Konrad & Maubl, Coselli, su legno di pioppo, 14/12/2005, PI; *Radulomyces molaris* (Chaillot ex Fr.: Fr.) M.P. Christ., Coselli, su rami di farnia, 16/12/2011, PI; *Stereum subtomentosum* Pouzar, Guamo, su ontano, 30/06/2010, PI; *Stereum rugosum* (Pers.: Fr.) Fr., Coselli, su rami di latifoglie, 19/02/2011 e 19/02/2011, PI; *Taphrina alni* (Berk. & Brome) Gjaerum, Guamo, su strobili di ontano, 25/11/2011, PI-AGR; *Trametes gibbosa* (Pers.: Fr.) Fr., Guamo, su legno di pioppo, 28/01/2008, PI; *Trametes hirsuta* (Wulfen: Fr.) Pilát, Guamo, su legno degradato, 06/02/2008, PI; *Trametes pubescens* (Schumach.: Fr.) Pilát, Guamo, su ontano, 31/01/2008, PI; *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát, Guamo, su legno degradato, 12/10/2005, PI; *Tubaria hiemalis* Romagn. ex Bon, Coselli, 10/02/2011, PI.

Robinieti

Abortiporus biennis (Bull.: Fr.) Singer, Coselli, su ceppaia di latifoglia, 22/10/2002, PI; *Agrocybe cylindracea* (DC.: Fr.) Maire, Guamo, su pioppo, 14/09/2005, PI; *Antrodia albida* (Fr.: Fr.) Donk, Guamo, su platano, 10/02/2008, PI; *Antrodiella romellii* (Donk) Niemelä, Guamo, su legno di latifoglie, 15/12/2011, PI; *Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga, Coselli, su detriti erbacei in decomposizione, 15/10/2010, PI; *Coriolopsis gallica* (Fr.: Fr.) Ryvarde, Coselli, su legno degradato, 26/11/2012, PI; *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murril, Coselli, su legno degradato, 02/10/2011, PI; *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát, Guamo, su detriti legnosi, 31/01/2008, PI; Coselli, su legno di pioppo, 26/11/2012, PI; *Xylaria hypoxylon* (L.: Fr.) Grev., Guamo, su detriti legnosi, 24/12/2008, PI.



Entoloma kuehnerianum Noordel.

Oliveti

Agaricus bitorquis (Quél.) Sacc., Coselli, 03/12/2011, PI-AGR; *Agaricus campestris* L.: Fr., Guamo, 25/11/2011, PI-AGR; *Agaricus phaeolepidotus* (F.H. Möller) F.H. Möller, Coselli, 25/10/2011, PI; *Agrocybe arvalis* (Fr.: Fr.) Singer, Coselli, 14/12/2005, PI; *Amanita argentea* Huijsman, Guamo, 12/10/2005, PI; *Astraeus hygrometricus* (Pers.: Pers.) Morgan, Guamo, 14/12/2007, PI; *Bovista plumbea* Pers.: Pers., Guamo, 12/10/2005, PI; *Clavulinopsis laeticolor* (Berk. & Curtis) Petersen, Coselli, 12/12/2007, PI; *Clitocybe agrestis* Harmaja, Vorno, 12/11/2005, PI; *Clitocybe graminicola* Bon, Guamo, 14/09/2002, PI; *Clitocybe odora* (Bull.: Fr.) P. Kumm., Guamo, 12/10/2005, PI; ; *Entoloma kuehnerianum* Noordel., Badia di Cantignano, 24/03/2008, PI; *Hohenbuehelia petaloidea* (Bull.: Fr.) Schulzer, Guamo, 07/11/2002, PI; *Hygrocybe chlorophana* (Fr.: Fr.) Wünsche, Coselli, 14/12/2006, PI; *Hygrocybe insipida* J.E. Lange) M.M. Moser, Coselli, 12/12/2007, PI; *Hygrocybe persistens* var. *konradii* (R. Haller Aar.) Boertm., Coselli, 25/10/2011, PI; *Hygrocybe virginea* (Wulfen: Fr.) P.D. Orton & Watling, Coselli, 12/12/2007 e 25/10/2011, PI; Guamo, 07/11/2002, PI; *Hygrocybe virginea* var. *ochraceopallida* (P.D. Orton) Boertm., Vorno, 25/11/2007, PI; *Lepista caespitosa* (Bres.) Singer, Guamo, 11/09/2010, PI; *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.: Fr.) Wasser, Coselli, 06/12/2007, PI; *Mycena pura* (Pers.: Fr.) P. Kumm., Guamo, 12/10/2005, PI; *Russula amoenicolor* Romagn., Guamo, 15/05/2008, PI; *Russula praetervisa* Sarnari, Guamo, 12/10/2005, PI; *Scleroderma bovista* Fr.: Pers., Coselli, 22/10/2002, PI;

Vascellum pratense (Pers.: Pers.) Kreis., Coselli, 16/12/2007, PI.

Altri ambienti e/o substrati

Aree percorse dal fuoco o resti di falò

Arcyria denudata (L.) Wettst., Coselli, su legno bruciato di pino, 29/11/2012, PI; *Geopyxis carbonaria* (Alb. & Schwein.: Fr.) Sacc., Badia di Cantignano, pineta bruciata, 07/02/2008, PI; *Hydropus trichoderma* (Joss.) Singer, Coselli, pineta bruciata, 29/11/2012, PI; *Peziza lobulata* (Velen.) Svrček, Badia di Cantignano, pineta bruciata, 07/02/2008, PI; *Peziza tenacella* W. Phillips, Badia di Cantignano, pineta bruciata, 07/02/2008, PI; *Pholiota higlandensis* (Peck) A.H. Sm. & Hessler, Guamo, pineta bruciata, 07/11/2002, PI; Coselli, pineta bruciata, 16/12/2011, PI; *Pholiota spumosa* (Bolton: Fr.) Singer, Coselli, su legno di pino arso, 26/11/2012, PI; *Postia fragilis* (Fr.: Fr.) Jülich, Coselli, su legno di pino arso, 26/11/2012, PI; *Psathyrella pennata* (Fr.) A. Pearson & Dennis, Badia di Cantignano, pineta bruciata, 06/02/2008, PI; Coselli, area bruciata, 29/11/2012, PI; *Pyronema omphalodes* (Bull.: Fr.) Fuckel, Coselli, area bruciata, 29/11/2012, PI; *Scleroderma polyrhizum* (J.F. Gmel.: Pers.) Pers., Coselli, area bruciata, 29/11/2012, PI; *Tephroclype anthracophila* (Lasch) P.D. Orton, Coselli, area bruciata, 16/12/2011, PI; *Thelephora anthocephala* (Bull.) Fr., Coselli, area bruciata, 26/11/2012, PI.



Coselli – Area bruciata.

Aree erbose e terreni concimati

Conocybe arrhenii (Fr.) Kits van Wav., Guamo, 25/11/2011, PI-AGR; *Coprinus comatus*

(O.F. Müll.: Fr.) Pers., Coselli, 02/10/2011, PI; *Hygrocybe calyptriformis* (Berk. & Broome) Fayod, Coselli, 29/11/2012, PI; *Hygrocybe pratensis* (Pers.: Fr.) Murrill, Coselli, 29/11/2012, PI; *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser, Coselli, 28/11/2011, PI-AGR; *Pholiota conissans* (Fr.) M.M. Moser, Coselli, 22/10/2009, PI; *Psathyrella corrugis* (Pers.:Fr.) Konrad & Maubl., Guamo, 17/10/2012, PI; *Scleroderma bovista* Fr.: Pers., Guamo, 15/09/2012, PI.

Arboreti e coltivati

Albatrellus pes-caprae (Pers.: Fr.) Pouzar, Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Armillaria bulbosa* (Barla) Romagn., Guamo, pioppeta, 25/11/2011, PI e PI-AGR; *Astraeus hygrometricus* (Pers.: Pers.) Morgan, Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Cortinarius anomalus* (Fr.: Fr.) Fr., Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Cortinarius mucifluoides* Rob Henry, Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Cortinarius pratensis* (Bon & Gaugé) Høil, Guamo, pioppeta, 25/11/2011, PI e PI-AGR; *Flammulina velutipes* (Curtis: Fr.) P. Karst., Vorno, su di un fico, 08/12/2007, PI; *Hygrocybe conica* (Scop.: Fr.) P. Kumm., Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Inocybe griseolilacina* J.E. Lange, Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Laccaria amethystea* (Bull.) Murrill, Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Laccaria fraterna* (Cooke & Massee) Pegler, Vorno CA, Vorno CA, 08/12/2007, PI; *Lactarius deterrimus* Gröger, Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Leccinum duriusculum* (Schulzer in Fr.) Singer, Coselli, pioppeta, 15/06/2006, LUCCA; *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer, Coselli, in una serra, 16/08/2002, PI; *Phellinus pomaceus* (Pers.) Maire, Coselli, su alberi da frutto, 02/10/2011, PI; *Russula amoena* Quél., Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Russula lepida* (Fr.: Fr.) Fr., Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Russula parazurea* J. Schaeff., Coselli, sotto cedri, 22/10/2002, PI; *Scleroderma polyrhizum* (J.F. Gmel.: Pers.) Pers., Monte Faeta, arboreto, 13/10/2004, LUCCA; *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer, Monte Faeta, arboreto presso larici, 13/10/2004, LUCCA; *Tricholoma scalpturatum* (Fr.) Quél., Coselli, in un giardino, 10/01/2005, PI.

Illustrazione di alcune specie ritrovate

Cortinarius mucosus (Bull.) Kichx.



Nelle pinete del Monte Pisano è reperibile in tarda stagione autunnale. Tra i *Cortinarius* del Sottogenere *Myxacium*, *C. mucosus* è inserito nella Sezione *Myxacium* che comprende corpi fruttiferi con gambo e cappello fortemente vischiosiglutinosi e spore vistosamente ornamentate e di grandi dimensioni. Si differenzia dal simile *C. collinitus* (Pers.) Fr. principalmente per la colorazione fulvo-arancio del cappello e per l'assenza di toni lilacini. Anche la cuticola è interamente separabile in *C. collinitus* mentre in *C. mucosus* si separa per 2/3 del raggio. Il più comune *C. trivialis* J.E. Lange, simile per le caratteristiche del cappello, è facilmente riconoscibile per il gambo ornato da vari anelli giallo-brunastri, derivati dalla rottura del velo glutinoso [1].

Cortinarius pratensis (Bon & Gaugué) Høil.



Appartenente al Sottogenere *Dermocybe*, caratterizzato da basidiocarpi di piccola taglia, con lamelle gialle, arancio o rosso vivo, cappello non igrofano e/o vischioso, gambo non bulboso, *C. pratensis* è una specie descritta da Bon e Gaugué [2] e ricombinata da Høiland [3]. Entità non

comune, in Italia ci risulterebbe segnalata solo ad Arba in provincia di Pordenone [4] e, comunque, questa è la prima segnalazione per la Toscana.

Gymnopus dysosmus Polemis & Noordel.



Per quanto ci consta si tratta della prima segnalazione per l'Italia. Oltre che per l'Isola di Andros (Grecia) questa entità, descritta di recente, è stata ritrovata in alcune stazioni spagnole, legata a *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. o a *Cistus monspeliensis* L. ma, probabilmente, anche alla presenza del pino [5]. Data la rarità della specie si riporta di seguito la descrizione originale [6]: *Pileus 10-30 mm, hemisphericus vel convexus, depressus, hygrophanus, haud translucidostriatus, obscure brunneus, pallescens, glaber; lamellae subdistantes, adnatae, ventricosae, crassae, obscure griseobrunneae; stipes 30-50 × 3-4 mm, pileo concolor, pruinosis, glabrescens; odor saporque foetens. Sporae (7.5)8.0-11(12) × (3.0)3.3-4.5 μm, oblongae, lacrymoideae vel cylindratae, Q = 2.0-2.9, inamyloideae; basidia tetrasporigera, fibulata; acies lamellarum heterogenea; cheilocystidia 20-30 × 4-8 μm, clavata vel fusiformia, inconspicua; pileipellis cutis hyphis cylindratis 3-13 μm latis constitutus pigmentis incrustatis; caulocystidia 16-38 × 4-8 μm, cylindratae vel flexuosa, interdum coralloidea, incrustata; fibulae praesentes. Habitat inter Pteridium locis ruderalis. Holotypus: "Greece, Kiklades (C. Aegean), Isl. Andros, Valley of Vori stream, 2km from the shore, 1 Dec. 2004, E. Polemis 04-A805 (L.)."*

G. dysosmus è di colore marrone scuro uniforme, più chiaro al bordo del cappello, e non possiede il cattivo odore tipico di entità similari della Sezione *Impudicae*, quali *G. impudicus* (Fr.) Antonin, Halling & Noordel., *G. graveolens* (G. Poirault ex Boud.) Antonin & Noordel., *G. hariolorum* (Bull.: Fr.) Antonin, Halling & Noordel., *G. brascolens* (Romagn.) Antonin & Noordel., ecc.

Lyophyllum aemiliae Consiglio.



Lyophyllum, della Sezione *Lyophyllum*, è stato descritto nel 1998 dall'amico Giovanni Consiglio (*holotypus in loco "Parco La Martina" dicto, prope Monteterenzio -BO*), anche sulla base di tre raccolte toscane, due lucchesi e una pisana [7]. Questo micete differisce dal suo consimile (della Sottosezione *Semitalina* - Stirpe *Semitale*), *L. semitale* (Fr.) Kühner, entrambi con lamelle annerenti alla fine per sfregamento, per la proprietà di *L. aemiliae* di avere un viraggio iniziale al giallo-arancio invece che al bluastro come in *L. semitale* e, per l'odore non farinaceo. La specie risulta presente in altre località della Lucchesia [8] e sul Monte Pisano [9] in habitat differenti, sia in presenza di latifoglie che di conifere.

Peziza tenacella W. Phillips.



Peziza carbonicola, possiede inizialmente un colore lilacino-violaceo per poi passare durante lo sviluppo a bruno-violaceo e infine assume tonalità ocraceo-brunastre. Il termine *P. tenacella* è da considerarsi in sinonimia e prioritario rispetto a *P. subviolacea* Svrček [10] anche se nell'Index Fungorum ciò non è indicato. Nelle aree del Monte Pisano percorse da incendio è molto comune e abbondante. Si differenzia microscopicamente da *P. lobulata* per le spore finemente punteggiate, non lisce, e biguttulate anche a maturazione [11].

Risultati e conclusioni

Durante le indagini sono state reperite 377 entità diverse così suddivise per classi di appartenenza:

Ascomycota n. 22, Basidiomycota n. 351, Myxogastria n. 4.

Raccolte effettuate per anno		Numero di entità per ambiente	
2002	n. 43	Pinete	n. 104
2003	n. 22	Castagneti	n. 71
2004	n. 42	Querceti	n. 68
2005	n. 78	Leccete	n. 59
2006	n. 26	Garighe	n. 17
2007	n. 121	Igrofila	n. 22
2008	n. 69	Robinieti	n. 16
2009	n. 11	Oliveti	n. 52
2010	n. 57	Carbonicoli	n. 14
2011	n. 59	Aree erbose	n. 11
2012	n. 68	Arboreti e coltivi	n. 27
Totale	596	Totale	459
		(alcune entità sono state reperite in più ambienti)	

44 macromiceti non risultano segnalati per la provincia di Lucca [12]; si tratta di:

Agaricus luteomaculatus (F.H. Møller) F.H. Møller; *Antrodiella romellii* (Donk) Niemelä; *Arcyria denudata* (L.) Wettst.; *Chroogomphus fulmineus* (R. Heim) Courtec.; *Clitocybe agrestis* Harmaja; *Clitocybe cistophila* Bon & Contu; *Clitocybe graminicola* Bon; *Coniophora puteana* (Schumach.) P. Karst.; *Conocybe arrhenii* (Fr.) Kits van Wav.; *Cortinarius argentatus* (Pers.: Fr.) Fr.; *Cortinarius pratensis* (Bon & Gaugué) Høil; *Crinipellis tomentosa* (Quél.) Singer; *Cystoderma jasonis* (Cooke & Masee) Harmaja; *Entoloma corvinum* (Kühner) Noordel.; *Entoloma kuehnerianum* Noordel.; *Entoloma ochromicaceum* Noordel. & Liiv; *Entoloma plebejum* (Kalchbr.) Noordel.; *Galerina sideroides* (Bull.) Kühner; *Gastrum elegans* Vittad.; *Geoglossum fallax* E.J. Durand; *Gymnopus dysosmus* Polemis & Noordel.; *Hebeloma cistophilum* Maire; *Hebeloma pallidoluctuosum* Gröger & Zschiesch.; *Hydropus trichoderma* (Joss.) Singer; *Hygrocybe insipida* J.E. Lange) M.M. Moser; *Hyphodontia quercina* (Pers.) J. Erikss.; *Inocybe phaeoleuca* Kühner; *Lepista irina* (Fr.) Bigelow; *Marasmius quercophilus* Pouzar; *Paxillus jonipus* Quél. (Fr.: Fr.) Fr.; *Pholiota spumosa* (Bolton: Fr.) Singer; *Postia fragilis* (Fr.: Fr.) Jülich; *Psathyrella bipellis* (Quél.) A.H. Sm.; *Psathyrella corrugis* (Pers.:Fr.) Konrad & Maubl.; *Psathyrella pennata* (Fr.) A. Pearson & Dennis; *Psathyrella silvestris* (Gillet) Konrad & Maubl.; *Pyronema omphalodes* (Bull.: Fr.) Fuckel; *Russula cuprea* (Krombh.) J.E. Lange; *Russula fragilis* var. *knauthii* (Singer) Kuyper & Vuure; *Russula pallidospora* J. Blum ex Romagn.; *Russula viscida* Kudřna; *Thelephora anthocephala* (Bull.) Fr.; *Trichia varia* (Pers.) Pers.; *Tulostoma cyclophorum* Lloyd.

37 entità sono ascrivibili alla lista rossa toscana [13], 1 CR; 1 EN; 3VU; 2 NT; 12 LC; 18 DD, e precisamente:

CR – Critically Endangered (gravemente minacciato)

Hygrocybe calyptriformis (Berk. & Broome) Fayod

EN – Endangered (minacciato)

Hygrocybe spadicea (Scop.) P. Karst.

VU – Vulnerable (vulnerabile)

Boletus fragrans Vittad.; *Clitocybe barbularum*

(Romagn.) P.D. Orton; *Hygrocybe citrinovirens* (J.E. Lange) Jul. Schäff.

NT – Near Threatened (quasi a rischio)

Calvatia rugosa (Berk. & M.A. Curtis) Reid; *Tricholoma colossus* (Fr.) Quél.

LC – Least Concern (a rischio relativo)

Albatrellus pes-caprae (Pers.: Fr.) Pouzar; *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod; *Cortinarius rubicundulus* (Rea) A. Pearson; *Entoloma bloxamii* (Berk. & Broome) Sacc.; *Entoloma incanum* (Fr.: Fr.) Hesler; *Entoloma neglectum* (Lasch) M.M. Moser; *Geopora arenicola* (Lév.) Kers; *Hygrocybe irrigata* (Pers.: Fr.) Bon; *Hygrocybe reidii* Kühner; *Lactarius mairei* Malençon; *Russula galochroides* Sarnari; *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.: Fr.) Berk.

DD – Data Deficient (dati insufficienti)

Amanita ceciliae (Berk. & Broome) Bas; *Boletus pulverulentus* (Opat.) E.-J. Gilbert; *Boletus rhodoxanthus* (Krommh.) Kallenbh.; *Clitocybe alexandri* (Gillet) Gillet; *Clitocybe cistophila* Bon & Contu; *Cortinarius cedretorum* Maire; *Cortinarius semisanguineus* (Fr.: Fr.) Gillet; *Crinipellis tomentosa* (Quél.) Singer; *Entoloma corvinum* (Kühner) Noordel.; *Entoloma pleopodium* (Bull.: Fr.) Noordel.; *Hygrocybe insipida* J.E. Lange) M.M. Moser; *Lepista irina* (Fr.) Bigelow; *Leucopaxillus tricolor* (Peck) Kühner; *Pholiota conissans* (Fr.) M.M. Moser; *Pluteus leoninus* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm.; *Russula brunneoviolacea* Crawshay; *Russula pallidospora* J. Blum ex Romagn.; *Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken

Bibliografia

- [1] G. Kibby, A. Burnham, A. Henrici, *Cortinarius Subgenus Myxacium “Une grande confusion a longtemps régné dans l’interprétation de plusieurs cortinaires de la Section Myxacium”*. – André Marchand (1983). *Field Mycology*, 2009, 10(2): 41.
- [2] M. Bon, *Agaricales de la côte atlantique française*. *Doc. Mycol.*, 1975, 5(17): 1.
- [3] K. Høiland, *Cortinarius Subgenus Dermocybe*. *Opera Botanica*, 1983, 71: 86.
- [4] E. Campo, *Cortinarius pratensis (Bon & Gaugué) Høiland un interessante ritrovamento nel*

Pordenonese. Rivista di Micologia, 1998, 41(1): 35.

[5] V. Antonin, M.E. Noordeloos, *A monograph of marasmioid and collybioid fungi in Europe*. IHW-Verlag, 2010.

[6] E. Polemis, M.E. Noordeloos, *Two new Gymnopus species from the Island of Andros (Kiklades, C. Aegean, Greece)*. Mycotaxon, 2007, 102: 171.

[7] G. Consiglio, *Un nuovo Lyophyllum dall'Italia*. Rivista di Micologia, 1998, 2: 99.

[8] R. Narducci, *Segnalazioni floristiche - Flora Micologica*. In "Notule floristiche per la Toscana" a cura della Sezione Toscana della Soc. Bot. Ital., 2005: 35.

[9] R. Narducci, A. Cecchini, P.E. Tomei, *Macromiceti del Comune di San Giuliano Terme: stato delle conoscenze*. INTER NOS - Quaderni della Sezione di Botanica e Geobotanica

Applicata - Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa. Quaderno n. 1. Edizioni ETS, Pisa, 2007: 7.

[10] G.S. Barseghyan, S.P. Wasser, *The genus Peziza Dill. ex Fr. (Pezizales, Ascomycota) in Israel*. Ascomycete.org, 2011, 2(4): 39.

[11] G. Monti, M. Marchetti, L. Gorreri, P. Franchi, *Funghi e cenosi di aree bruciate*. Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Scienze Botaniche - Consorzio del Parco Naturale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli. Pacini Editore, Pisa, 1992.

[12] R. Narducci, P.E. Tomei, *Prodromo alla flora macromicetica della provincia di Lucca*. Supplemento 1, 2014, in stampa.

[13] D. Antonini, M. Antonini, *Libro rosso dei Macromiceti della Toscana. Dal censimento alla Red list*. Regione Toscana - A.R.S.I.A. - A.G.M.T. Tipolito Duemila srl, Campi Bisenzio (FI), 2006.

Conservazione di specie di uccelli selvatici a rischio estinzione: studi preliminari e primi risultati sulla crioconservazione degli spermatozoi di astore (*Accipiter gentilis*)

Federica Batocco¹, Anna Rita Taddei², Margherita Marzoni³, Annelisse Castillo⁴, Daniele Arcioni⁵, Enzo Arcioni⁶, Anna Maria Fausto^{1*}

Parole chiave: astore, allevamento in cattività, crioconservazione degli spermi

*Secondo gli ultimi dati pubblicati dallo IUCN, molte specie animali sono a rischio estinzione e tra queste anche numerosi uccelli. In Italia, secondo la lista rossa 2011 degli Uccelli Nidificanti, il 51,1% delle specie è stato classificato a Minore Preoccupazione, il 9,6% Quasi Minacciato, il 2,2% in Pericolo Critico, l'8,1% in Pericolo, e il 17% Vulnerabile. In particolare, nell'Italia centrale secondo i dati riportati in "The World Bird Database" circa il 7,4% degli uccelli nidificanti risulta globalmente minacciata. Tra le diverse specie tenute sott'osservazione vi è anche l'astore (*Accipiter gentilis*) presente con circa 800 coppie sul territorio nazionale e variamente diffuso sull'arco alpino, sull'Appennino toscano-emiliano e laziale-abruzzese, nonché lungo l'arco calabro e in Sardegna. Nel presente lavoro sono riportati i primi dati relativi ad un progetto pilota per la crioconservazione degli spermatozoi di astore. Il seme è stato raccolto durante le stagioni riproduttive 2012-2013 da esemplari di diversa età utilizzando il metodo cooperativo. In questo caso, animali a stretto contatto con l'uomo e isolati dai conspecifici, rilasciano spontaneamente lo sperma sul guanto dell'operatore quando opportunamente stimolati. I campioni di sperma ritenuti migliori sono stati sottoposti al congelamento in azoto liquido; la qualità del seme sia fresco che conservato è stata valutata attraverso tecniche microscopiche e prove di inseminazione artificiale. Il presente lavoro, seppur basato su un piccolo numero di campioni, ha fornito indicazioni sul protocollo più idoneo per la crioconservazione degli spermatozoi di astore. Questi risultati saranno utilizzati come base di partenza per mettere a punto metodologie di crioconservazione degli spermi anche in altre specie di uccelli a rischio di estinzione allo scopo di garantire la loro conservazione e il mantenimento della variabilità genetica.*

Introduzione

Negli ultimi anni, molte specie di uccelli hanno subito un rapido declino fino al punto di essere a rischio estinzione [1] e delle 9.672 specie di uccelli conosciute più del 5% sono classificate formalmente come "vulnerabili", "in pericolo" o "gravemente minacciate" [2]. I fattori che hanno portato a tale situazione sono molteplici e tra questi vanno sicuramente citati la deforestazione, l'espansione dell'agricoltura, l'utilizzo ed il sovrasfruttamento delle risorse naturali da parte dell'uomo, nonché la competizione con specie

introdotte dall'uomo [3]. Secondo i criteri disposti dalla IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) una specie viene considerata in pericolo quando la densità della popolazione e il suo areale diminuiscono percentualmente nel tempo [4]. La riduzione della popolazione, unitamente al suo isolamento, provoca la mancanza di scambio genetico con altre popolazioni conspecifiche. L'isolamento riproduttivo che ne deriva riduce notevolmente sia il flusso genetico che la variabilità genetica della popolazione, e conseguentemente la stessa capacità di adattamento alle variazioni ambientali del proprio habitat.

Conservazione delle specie in via d'estinzione: normativa di riferimento e strategie di azione

Le principali normative europee di riferimento per la conservazione delle specie sono la Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, adottata a Berna il 19 settembre 1979 e recepita in Italia con la legge n. 503 del 5 agosto 1981, e la Direttiva 2009/147/CE, adottata il 30 novembre 2009, concernente la conservazione di tutte le specie di uccelli selvatici; quest'ultima ha abrogato la precedente Direttiva 79/409/CEE. In particolare, secondo l'art.10 della Dir. 2009/147/CE per le specie indicate nell'allegato I sono previste misure speciali di conservazione, riferite in modo particolare all'habitat e finalizzate a garantire la riproduzione e la sopravvivenza nella loro area di distribuzione e altrove. Gli Stati membri, inoltre, incoraggiano le ricerche e i lavori necessari per la protezione, la gestione e l'utilizzazione della popolazione di tutte le specie di uccelli.

Per questo scopo, nel corso degli anni, sono state messe in atto due diverse tipologie di azione per la salvaguardia dell'avifauna. La prima prevede la preservazione dell'ambiente, generalmente su larga scala, al fine di proteggere le specie all'interno del loro habitat naturale (approccio *in situ*). La seconda tipologia di azione si basa sulla riproduzione e la propagazione delle singole specie in cattività (approccio *ex situ*) [5]. In questa seconda strategia sono presenti numerose limitazioni a causa dell'esiguo numero di individui che è mantenuto in stato di cattività per la gestione degli incroci. In particolare in queste condizioni:

- 1) la disponibilità di spazio non è sufficiente ad ospitare un numero adeguato di individui per preservarne la variabilità genetica;
- 2) il benessere e la salute delle specie selvatiche non possono essere assicurate in cattività, soprattutto per mancanza di informazioni sulle loro abitudini di vita;
- 3) determinati moduli comportamentali, che spesso risultano fondamentali per il successo dell'accoppiamento, non possono essere espressi in cattività;
- 4) una dieta varia ed equilibrata, fondata su un adeguato rapporto costo-beneficio, non è sempre disponibile;

- 5) non è sempre possibile trattare adeguatamente gli insuccessi riproduttivi, non potendo identificare quelli che derivano da una cattiva gestione;
- 6) non sempre la genetica delle piccole popolazioni può essere gestita con le adeguate competenze.

Tutto ciò rende necessari interventi più efficaci per assicurare la salvaguardia di specie seriamente minacciate nella loro variabilità genetica.

Le biotecnologie della riproduzione

Considerate le sopraelencate limitazioni della strategia di conservazione *ex situ*, negli ultimi anni è l'inseminazione artificiale che ha acquisito un ruolo sempre più importante tra le tecnologie riproduttive adottate per conservare le specie selvatiche.

Le tecniche di riproduzione assistita permettono, infatti, di incrementare le nascite da individui selezionati in modo da garantire il mantenimento della variabilità genetica e, allo stesso tempo, di ridurre l'intervallo generazionale.

L'inseminazione artificiale può essere realizzata

gli autori

¹ Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo, Italy.

² Centro Grandi Attrezzature sezione di Microscopia Elettronica, Università degli Studi della Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo, Italy.

³ Dipartimento di Scienze Veterinarie, Viale delle Piagge 2, 56124 Pisa, Italy

⁴ Collaboratore esterno

⁵ Centro per la Riproduzione Assistita "European Falcons", Loc. Protomartiri Francescani, 06081 Assisi (Perugia), Italy

⁶ Centro per la Conservazione della Natura, Loc. Sant'Elia, 01012 Capranica (Viterbo), Italy

* e-mail: fausto@unitus.it

mediante l'impiego di seme (spermatozoi) fresco o di seme precedentemente ed opportunamente congelato per una conservazione a lungo termine. La crioconservazione del seme è una procedura difficile per tutte le specie animali in quanto processo altamente specie-specifico. Infatti, specie diverse hanno spermatozoi con caratteristiche morfologiche, ultrastrutturali e molecolari differenti, per ognuna delle quali dovrebbero attuarsi specifici protocolli di crioconservazione. A seguito dei trattamenti chimici e termici previsti dalle procedure di crioconservazione, le cellule germinali possono subire alterazioni fisiche, chimiche e citostrutturali, più o meno significative che possono comprometterne la vitalità.

Attualmente la crioconservazione è stata preferenzialmente utilizzata in specie di interesse commerciale, in particolare il gallo domestico (*Gallus gallus domesticus*) [6], il colombo viaggiatore (*Columba livia*) [7], e il fagiano comune (*Phasianus colchicus mongolicus*) [8]. Al contrario, date le limitate risorse impegnate e la difficoltà di ottenere sperma di buona qualità da animali non stressati, la crioconservazione del seme di specie avicole selvatiche è stata applicata ad un numero limitato di specie, tra cui il grifone bengalese (*Gyps bengalensis*) [9], il grifone (*Gyps fulvus*) [10], lo sparpiero (*Accipiter nisus*) [11], l'aquila (*Aquila chrysaetos*) [12], il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) [13] e la gru (*Grus grus*) [14].

Scopo del lavoro

Il presente lavoro riassume i primi risultati di un progetto volto a mettere a punto una metodologia per la crioconservazione degli spermatozoi di astore (*Accipiter gentilis*), specie che, a tutt'oggi, viene considerata vulnerabile (ossia ad alto rischio di estinzione) [15]. Questa ricerca è parte di un più ampio progetto per l'allestimento di una "criobanca" per la salvaguardia e il miglioramento genetico di specie avicole a rischio estinzione. La realizzazione di questo progetto dovrebbe permettere di raggiungere con maggiore facilità gli stessi obiettivi anche in altre specie. La scelta dell'astore, come modello sperimentale, è derivata principalmente dal fatto di poter disporre di seme qualitativamente ottimo prelevato con il

minimo stress per l'animale. Gli astori che sono tenuti in cattività presso il centro "European Falcons" di Assisi, sono allevati con il metodo cooperativo [16] che permette il rilascio spontaneo dello sperma.

L'astore, sistematica e distribuzione

L'astore (*Accipiter gentilis* Linnaeus 1758) (Figura 1), appartiene all'ordine Falconiformes, sottordine Accipitres, superfamiglia Accipitroidea, famiglia Accipitridae, sottofamiglia Accipitriinae.

È una specie con circa 8-12 sottospecie a distribuzione olartica e 6 a distribuzione paleartica [17]. Nell'Italia continentale è presente la specie nominale *A. gentilis gentilis*, mentre in Sardegna è presente *A. gentilis arrigonii*. L'astore è una specie molto sensibile ai cambiamenti dell'habitat, le più grandi minacce sono rappresentate dagli incendi, dal taglio delle foreste e dal bracconaggio. La sua presenza è indispensabile per il controllo numerico delle popolazioni di corvidi (quali gazze, cornacchie, taccole e storni) e di



Figura 1: maschio riproduttore.



Figura 2: areale di nidificazione.



Figura 3: areale di svernamento.

colombi, specie che ormai proliferano incontrollate a danno di altri animali selvatici e di alcuni settori del mondo agricolo.

In Italia è presente con circa 800 coppie sul territorio nazionale e distribuito in modo diverso sull'arco alpino, sull'Appennino tosco-emiliano e laziale-abruzzese, lungo l'arco calabro e in Sardegna. L'astore abitualmente vive nei boschi di latifoglie, conifere o misti, e i nidi sono solitamente posti sui versanti nord nella parte centrale della chioma. È una specie stanziale e, ad eccezione degli individui nidificanti nelle quote più alte che possono compiere migrazioni verticali durante l'inverno, le coppie occupano gli stessi territori per tutto l'anno [18] (Figure 2-3).

Allevamento cooperativo dell'astore in cattività, raccolta e valutazione del seme fresco

Secondo la letteratura [19], il metodo cooperativo richiede l'interazione dell'allevatore con gli animali attraverso la simulazione dei loro richiami, il rifornimento di cibo e l'imitazione dei loro gesti. Durante la stagione riproduttiva l'interazione viene intensificata e, una volta raggiunto un sufficiente livello di condizionamento, i maschi tendono a copulare sul guanto

dell'operatore, eseguendo la stessa manovra che in natura effettuano con il partner femminile. Gli astori sono allevati all'interno di voliere, ricoperte di una rete scura molto fitta, rigorosamente divisi tra maschi e femmine. La dieta settimanale è costituita da quaglie di allevamento, pulcini di un giorno e piccioni, nel rapporto settimanale 5-1-1. Gli animali sono accuditi giornalmente alla stessa ora e dallo stesso operatore. Nelle voliere è posto un cesto di vimini per la costruzione del nido e consentire alla femmina di allevare i piccoli in modo naturale.

Realizzazione del lavoro sperimentale: risultati e discussione

Il seme è stato raccolto durante la stagione riproduttiva da marzo a maggio con frequenza settimanale. La qualità degli spermatozoi è stata valutata con analisi di tipo morfologico-ultrastrutturale. All'osservazione al SEM, la cellula spermatica di astore presenta una struttura relativamente semplice con una testa falciforme (*t*) e una lunga coda (*c*) (Fig. 4 A-B). La testa dello spermatozoo comprende la regione acrosomiale e quella post-acrosomiale (Fig. 4 C). La coda è formata da un pezzo intermedio, un pezzo

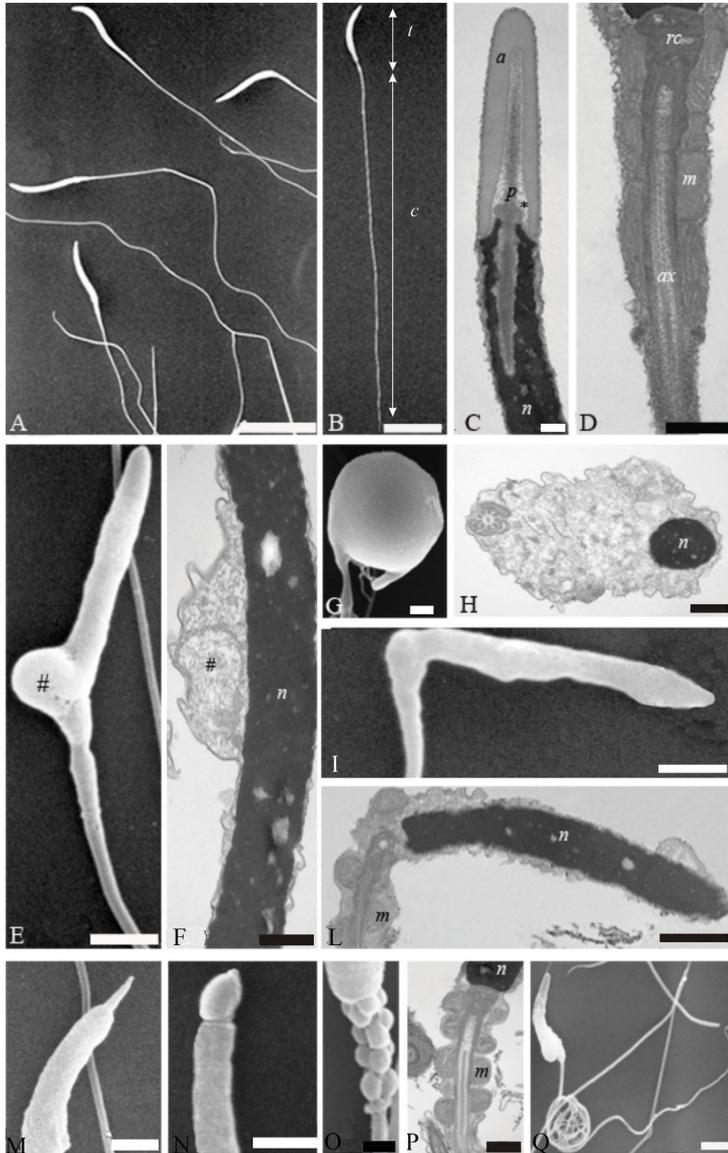


Figura 4: Immagini dello spermatozoo al SEM e al TEM.

*A-B: Immagini al SEM dello spermatozoo normale. (barra = 10 μ m). C-D: sezioni longitudinali al TEM dello spermatozoo (barra = 500 nm). C: particolare della regione acrosomiale e post-acrosomiale. D: pezzo intermedio della coda. E-N: immagini al SEM e al TEM delle anomalie a carico della testa. E-H: gocce citoplasmatiche di diversa entità (barra E,G= 1 μ m; F,H = 500 nm). I-L: ripiegamenti della testa (barra I = 1 μ m; barra L = 250 nm). M-N: danni a livello acrosomiale (barra = 1 μ m). O-Q: anomalie a livello della coda. O-P: assenza della membrana plasmatica che circonda i mitocondri (barra O = 0,5 μ m; barra P = 500 nm). Q: attorcigliamento della coda (barra = 1 μ m). t: testa; c: coda; a: acrosoma; p: perforatorium; *: materiale subacrosomiale, rc: regione centriolare, m: mitocondri; ax: assonema, n: nucleo; #: goccia citoplasmatica*

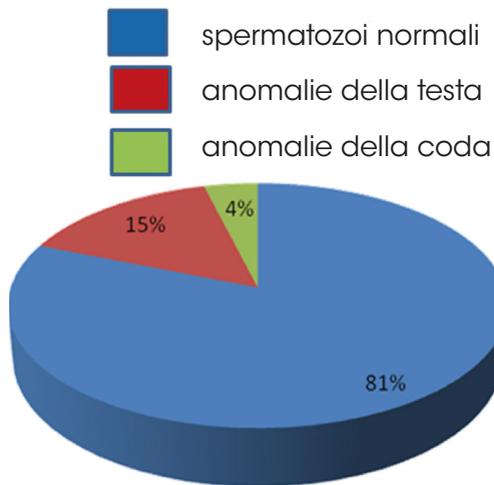


Figura 5: percentuale delle categorie morfologiche presenti nello sperma fresco.

principale e un pezzo terminale. La regione di transizione tra il pezzo intermedio e il pezzo principale della coda è definita *annulus* (Fig. 4 D). Oltre a spermatozoi morfologicamente “normali”, il liquido spermatico contiene anche spermatozoi anomali nella percentuale del 19% (Fig. 4 A-B). Delle anomalie osservate, il 15% sono a carico della testa, mentre il restante 4% è a carico della coda (Fig. 5). Le anomalie a livello della testa sono dovute alla presenza di gocce citoplasmatiche di diversa entità (Fig. 4 E-H), ripiegamenti (Fig. 4 I-L) e danni a livello acrosomiale (Fig. 4 M-N). I danni della coda sono dovuti all'assenza della membrana plasmatica a livello della manchette dei mitocondri (Fig. 4 O-P) e a ripiegamenti della coda (Fig. 4 Q). L'alta percentuale di spermatozoi con morfologia normale (81%) dimostra la buona qualità del seme raccolto, per cui la percentuale di anomalie riscontrata (19%) è da ritenersi di natura puramente fisiologica.

Oltre che su una base morfologica, la qualità delle cellule spermatiche presenti negli eiaculati è stata valutata tramite una serie di parametri:

- a) il volume,
- b) la concentrazione,
- c) la motilità,
- d) la vitalità,
- e) prove di inseminazione artificiale.

I valori più elevati di volume dell'eiaculato e di concentrazione degli spermatozoi sono stati riscontrati nel mese di aprile. La motilità e la vitalità degli spermatozoi sono risultate elevate durante tutto il periodo riproduttivo. Parallelamente alle prove di laboratorio sono state effettuate anche prove di inseminazione artificiale di tre esemplari femmine, ciascuna delle quali ha deposto in media 4 uova, per un totale di 12 uova dischiuse per il 95%.

I migliori campioni di eiaculato fresco sono stati sottoposti a due diversi protocolli di crioconservazione con l'utilizzo di dimetilacetammide (DMA), come crioprotettore e di pre-freezing Lake come diluente [20]. Nel primo protocollo il DMA è stato impiegato puro in rapporto 1:1 con il campione da crioconservare, mentre nel secondo al 6% rispetto al volume iniziale del campione.

I migliori risultati sono stati ottenuti con il protocollo del DMA al 6%, per il quale 35% degli spermatozoi rimangono vitali e il 20% mobili. Tuttavia alcune delle uova fecondate con seme crioconservato, presentano una certa incidenza di morte embrionale precoce. Ulteriori analisi e nuovi esperimenti sono in corso di programmazione per mettere a punto protocolli di crioconservazione definitivi degli spermatozoi di astore.

Conclusioni

I risultati ottenuti in questo lavoro, seppur preliminari, dimostrano che la conservazione *ex situ* per l'astore e per altre specie avicole minacciate può essere realizzata. In particolare gli esperimenti qui riportati dimostrano che:

- 1) il metodo cooperativo fornisce spermatozoi di buona citomorfologia e con alti valori di motilità e vitalità, requisiti fondamentali per una buona riuscita della fecondazione artificiale;
- 2) il protocollo di crioconservazione per gli spermatozoi di astore potrà essere utilizzato per la conservazione degli spermatozoi in altre specie avicole;
- 3) lo studio della citomorfologia degli spermatozoi fornisce un parametro importante per la valutazione della qualità dell'eiaculato sia fresco che criocongelato.

Bibliografia

- [1] IUCN 2011a. Guidelines for using IUCN Red List Categories and Criteria Version 9.0. (September 2011).
- [1] IUCN 2011b. The IUCN Red List of Threatened Species (version 2011.1) <www.iucnredlist.org>.
- [2] J.M. Blanco, D.E. Wildt, U. Hofle, W. Voelker, A.M. Donoghue. *Theriogenology* 2009, 71: 200.
- [3] BirdLife International, 2008. State of the World's Birds <<http://www.birdlife.org>>.
- [4] E. Calvario, M. Gustin, Sarrocco S., U. Gallo-Orsi, Bulgarini F., Fraticelli F. 2011. Nuova Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Italia.
- [5] B. Pukazhenthii, P. Comizzoli, A. J. Travis, D. E. Wildt. *Reprod Fertil Dev.* 2006, 18: 77.
- [6] E. Blesbois, F. Seigneurin, I. Grasseau, C. Limouzin, J. Bernerd, G. Gourichon, P. R. Coquerelle, M. Tixier-Boichard. *Poult Sci.* 2007, 86: 555.
- [7] S.D. Sontakke, G. Umapathy, V. Sivaram, S.D. Kholkute, S. Shivaji *Theriogenology* 2004, 62: 139
- [8] A. Castillo, I. Romboli, M. Marzoni. *Avian Biology Res.* 2011, 4: 137.
- [9] G. Umapathy, S. Sontakke, A. Reddy, S. Ahmed, S. Shivaji. *Biol reprod.* 2005, 73: 1039.
- [10] M. Madeddu, F. Berlinguer, M. Ledda, G.G. Leoni, V. Satta, S. Succu, A. Rotta, V. Pasciu, A. Zinellu, M. Muzzeddu, C. Carru, S. Naitana. *Reprod Biol Endocrinol* 2009: 7.
- [11] G.J. Gee, C.A. Morrell, J.C. Franson, O.H. Pattee. *J. Raptor Res* 1993, 27: 21.
- [12] A. Knowles-Brown, G.J. Wishart. *Avian Poult Biol Rev.* 2001, 12: 201.
- [13] A. Kowalczyk, E. Łukaszewicz, Z. Rzońca. *Theriogenology* 2012, 77: 899.
- [14] J. M. Blanco, J. A. Long, G. Gee, D. E. Wildt, A.M. Donoghue. *Anim Reprod Sci.* 2011, 123: 242
- [15] BirdLife International 2012. *Accipiter gentilis*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2 <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 February 2013.
- [16] L.L. Boyd, N.S. Boyd, F.C. Dobler. *J Wildl Manage* 1977, 41: 266.
- [17] J.R. Squires, R.T. Reynolds (1997). Northern Goshawk, No. 298 in *Birds of North America series*, c/o Academy of Natural Sciences, 1900 Benjamin Franklin Parkway, Philadelphia, PA.
- [18] M. Spagnesi, L. Serra (a cura di), 2004. *Uccelli d'Italia. Quad. Cons. Natura*, 21, Min. Ambiente. Ist. Nazionale Fauna Selvatica.
- [19] J.H. Samour. *J. Avian Med. Surg.* 2004, 18: 219.
- [20] P.E. Lake, O. Ravie, J. McAdam. *Brit. Poult. Sci.* 1981, 22: 71.

Il ruolo della Storia della Scienza nell'insegnamento e divulgazione delle discipline scientifiche

M.R. Ghiara^{1,2}, R. Gianoli³, C. Petti¹, M. Toscano⁴, M. Rossi²

Parole chiave: Comunicazione scientifica, storia della scienza, musei scientifici

Il Centro Musei delle Scienze Naturali e Fisiche dell'Università di Napoli Federico II ha progettato e realizzato peculiari attività di comunicazione scientifica. Con l'uso della storia e del laboratorio si è inteso diffondere la passione per le discipline scientifiche tra le nuove generazioni, di solito poco inclini a questo tipo di studi, sensibilizzandole anche all'importanza della tutela del patrimonio storico-scientifico.

Le attività si sono articolate in: 1) ricognizione e selezione di alcune fonti a stampa che hanno consentito di evidenziare il ruolo della scienza nella società meridionale nel periodo borbonico, 2) visite guidate alle collezioni museali, quali testimonianze concrete dell'opera degli scienziati e dell'evoluzione della conoscenza scientifica e, sul territorio, in luoghi che hanno ispirato la nascita di peculiari teorie scientifiche, 3) attività di laboratorio inconsuete dove, grazie all'uso di strumenti antichi, appartenenti alle collezioni museali, è stata ricostruita l'atmosfera della scienza ottocentesca, facendone rivivere gli antichi metodi per poi confrontarli con quelli attuali.

Le attività svolte hanno evidenziato il ruolo strategico che la storia della scienza, affiancata all'uso del laboratorio, può avere nell'insegnamento delle scienze e nella loro comprensione da parte degli studenti.

Introduzione

In molti Paesi, da anni, si assiste alla crisi delle vocazioni scientifiche¹, una disaffezione dei giovani verso le scienze che dovrebbe preoccupare seriamente i governanti (Mariano Longo, 2003; Terreni, 2013). Questo fenomeno è spesso legato a politiche e ideologie che svalutano l'importanza del sapere e della cultura come patrimonio comune. Se questo fenomeno, ben evidente anche in Italia, dovesse continuare, non è difficile prevedere che si metterebbe seriamente a rischio un valore radicato nella nostra storia e che ha contribuito alla crescita umana e culturale del nostro Paese. È auspicabile, dunque, l'adozione di strategie efficaci per contrastare questa deriva e capaci di ridestare nei giovani quella curiosità nei confronti della scienza che in tutti i tempi e in tutte le culture ha costituito la base del modo di rapportarsi con il mondo.

A partire da queste considerazioni sono state progettate sperimentazioni che possano orientare i docenti delle materie scientifiche nella scelta

gli autori

¹ Centro Musei delle Scienze Naturali e Fisiche, Università di Napoli Federico II, e-mail: carmela.petti@unina.it

² Dipartimento di Scienza della Terra dell'ambiente e delle risorse, Università di Napoli Federico II, e-mail: mghiara@unina.it, manuela.rossi@unina.it

³ Unione Giornalisti Italiani Scientifici, e-mail: rgianoli@unina.it

⁴ Università degli Studi di Napoli "L'Orientale", e-mail: maria_toscano@libero.it

di possibili strategie didattiche, che usino il linguaggio delle teorie costruttiviste², contribuendo a una migliore comprensione della Scienza.

In particolare, questo articolo descrive parte di un progetto³, finanziato dalla Legge 6/2000, ideato per avvicinare, con l'uso della storia e del laboratorio (De Maria e Ianniello, 2004), gli studenti delle scuole medie superiori (ma anche un pubblico generico) al sapere scientifico con particolare riferimento al proprio territorio promuovendo, quindi, rapporti culturali più ampi e duraturi.

Il Poliorama Pittoresco

Un'attenta ricognizione documentale ha rivelato l'esistenza di iniziative di divulgazione scientifica nella stampa periodica del Regno delle due Sicilie. Questa ricerca ha accertato l'esistenza di un forte interesse verso le scienze e la tecnologia, oltre alla precisa volontà di diffondere questo sapere tra tutte le classi sociali. La nostra ricerca si è concentrata su una tra le più significative di queste pubblicazioni: il *Poliorama Pittoresco*.

Il *Poliorama Pittoresco* nacque nel 1836 da un preciso progetto editoriale dei suoi fondatori, Filippo Cirelli e Salvatore Fergola⁴, due tra i nomi più noti dell'editoria napoletana del tempo. Fu un periodico che si avvale di ottimi collaboratori, trattava argomenti di ogni tipo, fu costantemente aggiornato, vantava un'ottima qualità di stampa, fece esteso e moderno uso di illustrazioni di alto livello e fu venduto a prezzi più che abbordabili. Il *Poliorama* fu pubblicato dal 1836 al 1860, con solo qualche anno di interruzione, una caratteristica notevole per un'epoca in cui molte pubblicazioni cessavano dopo poco tempo o erano caratterizzate da forte discontinuità nelle uscite. Anche per questo il *Poliorama* rappresenta un'occasione quasi unica, per seguire l'evoluzione della società meridionale in un periodo di snodo cruciale verso la modernità.

Quando, nell'agosto del 1836, vide la luce il primo numero del *Poliorama Pittoresco*, si capì subito che si trattava di qualcosa di completamente nuovo nel panorama dell'editoria meridionale. A cominciare dalla dichiarazione d'intenti che fa bella mostra di sé in prima pagina e che accompagnò ogni nuovo numero: "*Poliorama Pittoresco*,

opera periodica diretta a spandere in tutte le classi della società utili conoscenze di ogni genere e a rendere gradevoli e proficue le letture in famiglia". Questo 'manifesto' racchiude elementi di grande modernità che avrebbero decretato il successo della pubblicazione e da solo basta a chiarire che il meridione d'Italia non era ai margini della cultura europea⁵. E infatti la frase: "...*spandere utili conoscenze di ogni genere* – dunque anche quelle scientifiche – *in tutte le classi della società*", anticipa il moderno concetto di divulgazione scientifica. Altrettanto si può dire dell'altro concetto, ovvero, "...*rendere gradevoli e proficue le letture in famiglia*", grazie all'uso di immagini al posto di lunghe e noiose descrizioni "...*chè molte volte uno sguardo sul disegno produce all'intelletto quella chiarezza per la quale abbisognerebbe un lungo giro di parole*"⁶.

Mantenendo fede alla promessa fatta, fin dal primo numero il *Poliorama* trattò sempre argomenti scientifici, attraverso articoli di almeno tre filoni principali: zoologia, botanica e scienze della Terra (raccolti nella rubrica '*Storia Naturale*'); biografie di scienziati del passato e contemporanei, *regnicoli* e non (raccolti nella rubrica '*Biografie*') e, infine, articoli sulle ultime novità tecnologiche dell'epoca, in particolare sulle macchine a vapore e l'elettromagnetismo (rubriche '*Invenzioni e Scoperte*' o '*Arti Industriali e Meccaniche*'). A queste rubriche, nel corso degli anni, se ne aggiunsero altre quali: '*Cose Diverse*', '*Cose Patrie*', '*Scienze Fisiche*' e '*Curiosità Naturali*', dove si dava conto di scoperte, invenzioni e teorie a volte minori o che non rientravano nelle altre categorie, ma pur sempre interessantissime per tracciare un quadro della società dell'epoca.

Emerge dalla lettura delle rubriche scientifiche un'immagine estremamente ricca e variegata, talvolta sorprendente per la modernità degli argomenti o per l'acutezza delle analisi e delle questioni sollevate, anche rispetto a talune problematiche odierne. Ciò che appare evidente è la volontà di istruire il lettore, fornendogli una sorta di zibaldone naturalistico fatto di piante, uccelli esotici e animali strani, descritti nei loro habitat attraverso splendide immagini e mostrati nelle loro caratteristiche e abitudini di vita. Emerge la volontà di informare e tenere aggiornato il lettore su tutte le novità scientifiche che in quegli anni rappresentavano il progresso. Come pure ben chiari sono la voglia di

scrollarsi di dosso il peso del provincialismo e il desiderio di non sentirsi lontani da quei Paesi che, attraverso la scienza e la tecnologia, stavano letteralmente costruendo il futuro. Per questo si raccontava quanto accadeva all'estero, dando tempestivamente notizia di scoperte, invenzioni, teorie, esperimenti e realizzazioni tecniche.

Nelle pagine del *Poliorama*, infine, si coglie anche la consapevolezza dell'importanza dell'opera di divulgazione che si stava compiendo; la volontà di trasmettere al lettore l'orgoglio di sapere che non viveva in una società tagliata fuori dal progresso e, per chi guardava dall'esterno, il desiderio di dare un'immagine più vera e meno stereotipata del Regno. Un bell'esempio di questo atteggiamento è il testo che accompagna la notizia di una mostra a Napoli in cui si esponeva il più moderno tipo di dagherrotipo, il predecessore della moderna fotografia. Ecco cosa scriveva l'autore: *"Questi componimenti furon destinati a render solenne la cerimonia con la quale si volle onorare il progresso della civiltà, dare una prova di vita agli stranieri che ci dicono morti, lasciare una memoria, per quanto si potea, durevole del pregio in cui si tiene fra noi ogni nuovo trovato che dell'incremento delle arti e delle scienze è argomento, e mostrar finalmente che in questa Napoli sì pacifica e sì ridente serpeggia in ogni petto la scintilla del sapere – di quel sapere che un tempo era maestro delle nazioni"*⁷.

Dalle rubriche 'Storia Naturale' e 'Biografie' del *Poliorama*, sono stati selezionati numerosi articoli che, fotografati⁸ in elevata qualità, saranno resi liberamente consultabili sulle pagine web del Centro Musei delle Scienze Naturali e Fisiche dell'Università Federico II di Napoli.

Visite guidate alle collezioni museali

Le visite guidate nei musei del Centro Museale raccontano la storia scientifica e collezionistica dei reperti che negli anni sono stati raccolti e custoditi (Frattra, 1999). Il loro svolgimento è fortemente caratterizzato dal dato storico che poggia sulle peculiarità del Centro, una struttura che riunisce alcune tra le più antiche collezioni pubbliche scientifiche d'Italia e che gode della circostanza (quasi unica) di avere musei che tuttora risiedono nella loro sede originaria (Petti e Toscano, 2012).

Il fascino unico delle antiche sale ben si presta a coniugare le tematiche scientifiche alla storia culturale, sociale ed economica della nazione, mentre le secolari collezioni testimoniano le ricerche, spesso all'avanguardia, condotte da importanti scienziati che hanno operato nel meridione (Chiosi, 2005; Toscano, 2011). Grazie a questo intreccio tra storia, scienza e società, gli aspetti scientifici sono veicolati attraverso le vite dei vari studiosi che spesso mostrano un ammirevole impegno socio-politico, tipico di chi interpreta pienamente il tempo in cui vive (Ghiara, 2002). Il risultato è un approccio in grado di promuovere tra i giovani l'interesse e la passione verso lo studio delle materie scientifiche e il patrimonio storico/culturale del Mezzogiorno.

Attraverso l'analisi delle collezioni gli studenti sono riusciti a cogliere l'importanza del binomio *ricerca e didattica*, due aspetti inscindibili della conoscenza. Grazie alle visite museali hanno inoltre potuto cogliere appieno il ruolo e l'importanza dei Musei naturalistici, osservando come l'impegno nella conservazione, nella ricerca e nella didattica, abbia contribuito (e contribuisca) allo sviluppo delle varie discipline naturalistiche, alla comprensione delle problematiche ambientali e alla promozione dell'etica della conservazione dell'ambiente (Ghiara, 2006).

Infine, uno degli aspetti che più ha galvanizzato l'attenzione degli studenti è stato scoprire la dinamicità dei Musei, spesso ignorata dai più, sia per quanto riguarda il costante ampliamento delle collezioni attraverso scambi e acquisti, sia per il continuo e sistematico riesame dei reperti storici che, grazie a sofisticate metodologie e strumentazioni, consente di conseguire interessanti risultati scientifici come, ad esempio, la scoperta di nuovi cristalli (Puliti *et al.*, 2001; Rossi *et al.* 2013).

Visite in luoghi "speciali" sul territorio

Sono state organizzate visite-seminariali in quei luoghi dove la natura si manifesta con fenomeni del tutto particolari che hanno suscitato la curiosità di quanti, nel corso dei secoli, si sono posti degli interrogativi al cospetto delle 'meraviglie del mondo' e hanno provato a darvi risposta, già a partire dalla fine del Cinquecento.

Luoghi come il Vesuvio, la Solfatara, i Campi Flegrei, il Macellum a Pozzuoli si sono trovati al

centro di dibattiti scientifici che hanno condotto migliaia di scienziati, collezionisti, amatori e curiosi della natura a osservare direttamente quelle caratteristiche per le quali erano famosi. Specie a partire dalla seconda metà del Settecento e fino a tutto l'Ottocento si può parlare di una vera e propria mania naturalistica che coinvolgeva soprattutto gli strati più colti e agiati della società. Nobili e ricchi borghesi arrivavano da tutta Europa, e talvolta da oltreoceano, per vedere con i propri occhi i luoghi più noti (per lo più di carattere vulcanico) del territorio campano, prima di tutto il Vesuvio in quegli anni in continua eruzione, con la speranza di 'cogliere la natura sul fatto', cioè, in qualche modo, vedere il fenomeno in diretta, capire la storia naturale mentre si fa, mentre accade. Ma accanto a questa pletera di curiosi dilettanti che si affollavano in un vero e proprio pellegrinaggio naturalistico, c'erano anche gli scienziati che rappresentavano punti di riferimento per tutti gli altri. È proprio dalla produzione scientifica, ma anche dallo scambio epistolare privato di questi uomini, che si coglie bene la centralità del Sud Italia (e del territorio partenopeo in particolare) nell'evoluzione delle teorie e delle prassi scientifiche legate alla storia naturale e più tardi alla nascita della geologia (Toscano, 2012).

Uno dei luoghi dove più evidente si coglie l'evoluzione delle teorie scientifiche, fino alla nascita della geologia come scienza moderna, è senza dubbio il Macellum di Pozzuoli o 'Tempio di Serapide' o, ancora, 'Serapeo'⁹. Scoperto alla fine del Seicento il luogo è paradigmatico della necessaria convivenza di conoscenze umanistico-antiquario e naturalistico-scientifiche (Ciancio, 2009). L'unicità di queste rovine, infatti, sta nella presenza, a varie altezze sulle colonne, dei segni lasciati da colonie di molluschi marini, prova evidente che le colonne erano state immerse per secoli nell'acqua e periodicamente ne erano emerse, manifestazione caratteristica del bradisismo, fenomeno tipico del luogo in cui si trova la costruzione. Questa particolarità finì per attirare sia studiosi della storia della terra che della storia dell'uomo e rese il luogo di grande interesse, specie a partire dalla seconda metà del Settecento, epoca in cui i confini delle diverse discipline erano ancora assai vaghi.

Mai, infatti, come nel caso del Serapeo è tanto evidente come gli ambiti che oggi chiameremmo

'geologico' e 'archeologico' fossero considerati estremamente affini, quando non addirittura identici. Dall'analisi dei testi di diversi autori (scienziati e non) emerge, infatti, una prima fase in cui tutti gli osservatori utilizzavano in maniera massiccia e disinvolta tanto le fonti antiche quanto le osservazioni scientifiche sulle rocce (periodo che va dal 1750 al 1790 circa). Segue un secondo periodo (tutto l'ultimo decennio del Settecento e parte del primo decennio dell'Ottocento) durante il quale le fonti scritte dei classici latini e medievali sono volutamente escluse dall'indagine che, invece, basa le ipotesi esclusivamente su osservazioni, esperimenti e analisi chimiche. Infine si assiste a un ultimo momento in cui le fonti storiche e tutte le altre informazioni provenienti dall'ambito più squisitamente umanistico, sono nuovamente incluse nell'analisi scientifica, ma con ben altra consapevolezza e con un senso critico già moderno, che conduce a scegliere tra le fonti quelle ritenute più affidabili. L'analisi del Serapeo diventa, così, il campo in cui si affrontano le due teorie della Terra che caratterizzarono gran parte del Settecento e Ottocento. Da una parte la cultura naturalistica britannica e dall'altra quella tedesca-svedese (o mitteleuropea), due approcci che troveranno una composizione unitaria solo a distanza di tempo, con Charles Lyell e Charles Babbage che riuscirono a fondere le parti migliori di ciascuno dei due, ricavandone una teoria unica della Terra, detta del 'gradualismo', in larga parte ancor oggi accettata.

L'aspetto più interessante di questa vicenda, sul quale abbiamo voluto attirare l'interesse anche emotivo dei destinatari del progetto, sta nel mettere in evidenza come il processo di accreditamento di una teoria scientifica non sia né veloce, né lineare. Il tempio di Serapide è la dimostrazione che per giungere a una teoria condivisa ci sono voluti secoli di osservazioni che hanno prodotto molte teorie utili ad aggiustare, di volta in volta, il tiro sino a giungere a quella ancora oggi ritenuta valida.

Da un punto di vista operativo, durante le visite, dopo avere fornito ai visitatori informazioni generali sulle caratteristiche storiche e geologiche del luogo, sono state lette sul posto le testimonianze personali lasciate proprio da alcuni di quegli antichi viaggiatori e studiosi che avevano osservato il sito.

Come già rilevato nel caso del Poliorama Pittorresco a proposito delle illustrazioni, un ulteriore arricchimento delle visite sul campo è arrivato dall'uso delle immagini. Un esempio sono i poster usati per riprodurre le rappresentazioni pittoriche dei luoghi in cui avvenivano le osservazioni degli scienziati che spesso portavano al seguito un disegnatore, quando non erano essi stessi a ritrarre i luoghi, come di frequente capitava tra i britannici. Queste rappresentazioni hanno consentito di mostrare il cambiamento (e troppo spesso lo scempio) dei luoghi operato dall'uomo e dalla natura nel corso dei secoli, ma anche l'evoluzione del ruolo delle immagini nell'indagine scientifica moderna. L'usanza di ritrarre i luoghi oggetto dello studio aveva, infatti, vari obiettivi. Serviva certamente a testimoniare la visita da parte dello scienziato, costituiva un ottimo sostituto della visione diretta per tutti coloro che ne fossero impediti ma, soprattutto, l'uso delle immagini rappresentava un momento cognitivo, perché ritrarre un luogo faceva parte del processo di conoscenza dell'oggetto stesso dello studio.

Attività di laboratorio insolite

Le esperienze di laboratorio sono state incentrate sulle tecniche usate per determinare la composizione chimica di minerali e rocce. Prima di procedere con le sperimentazioni, agli studenti è stato precisato che l'analisi dei minerali e delle rocce va intesa come una scienza applicativa al confine fra la Chimica analitica e le Scienze della Terra. Attraverso la lettura corale di alcuni brani da *L'Ottocento – Chimica: Analisi chimica* (Campbell e Morris, 2012) e dal *The Changing Role of Numbers in 18th-Century Chemistry* (Lundgren, 1990) e successiva ampia discussione con i docenti, gli studenti hanno appreso che l'interazione fra le discipline scientifiche (essenzialmente iniziata a partire dal XVIII secolo) ha contribuito a imprimere una marcia in più al loro sviluppo. Un esempio viene proprio dalla Chimica e dalla Mineralogia le cui storie si confondono con le origini stesse dell'uomo, ma che assunsero a discipline scientifiche vere e proprie solo alla fine del 1700¹⁰. Il dialogo si è concluso sottolineando come, a fronte dei grandi scienziati e dei loro risultati, non

si possano dimenticare i numerosi ricercatori che hanno compiuto errori o perseguito strade errate contribuendo però, proprio così, a individuare la via corretta. Questo percorso viene però spesso dimenticato e ai giovani si mostrano solo i successi conseguiti dai grandi scienziati. Ciò porta erroneamente a ritenere che la ricerca scientifica possa essere fatta solo da pochi eletti con attitudini e intelligenze particolari. Lo sviluppo delle Scienze, invece, è il risultato di uno sforzo collettivo di diverse figure ciascuna delle quali porta il proprio contributo: i docenti che trasmettono agli studenti il fascino delle discipline scientifiche, gli studenti che intraprendono studi scientifici e i ricercatori che si dedicano con passione a implementare le conoscenze scientifiche.

Passate in rassegna alcune metodiche messe a punto nel Settecento si è passati poi a osservare quanto accaduto nell'Ottocento, detto il secolo della chimica (Gossa, 1881; Mottana, 1998). Varie tecniche di chimica analitica *qualitativa*¹¹, seppur con modifiche tecniche, sono state usate a lungo, come nel caso dell'analisi qualitativa per via secca. Gli studenti, con la guida di un tecnico, hanno effettuato saggi alla fiamma determinando la presenza di metalli alcalini e alcalino-terrosi in campioni di minerali e rocce¹².

Nel procedere alla sperimentazione di una analisi *quantitativa* con metodi ponderali¹³, è stato ricordato agli studenti che l'uso della bilancia nel laboratorio chimico è iniziato nel XVIII secolo con Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794). Con l'ausilio delle immagini di bilance del Settecento e con le bilance di fine Ottocento e primi del Novecento custodite presso il Centro Musei, fino alle moderne bilance analitiche, sensibili al decimo di milligrammo, gli studenti hanno compiuto un viaggio nel tempo che ha permesso loro di osservare lo sviluppo tecnologico di questo importante strumento.

Nel Novecento, definito il secolo della fisica, il grado di conoscenza della mineralogia aumentò enormemente grazie alla scoperta dei raggi X (Mottana, 1998) e nel contempo migliorarono le tecniche di analisi quantitative, messe a punto con procedure spettroscopiche, volumetriche e colorimetriche che richiedevano minori quantità di materiale e minori tempi di esecuzione. Intorno agli anni cinquanta si sviluppò la tecnica della Spettroscopia ad Assorbimento Atomico, una

metodologia in grado di eseguire analisi quantitative di metalli su un campione in soluzione o solido, riuscendone a rilevare, con tempi molto brevi, anche quantità bassissime. Gli studenti, supportati da un tecnico, hanno effettuato analisi con tale strumento potendo constatare quale enorme ampliamento delle conoscenze abbia portato questa tecnologia in grado di rilevare anche elementi presenti in parti per milione o per bilione.

Le attività di laboratorio sono terminate con le analisi in Microsonda elettronica, una moderna strumentazione che fa interagire fasci di elettroni con i differenti atomi del materiale che si vuole analizzare. È stato mostrato loro come questa tecnica¹⁴ consenta di effettuare l'analisi quantitativa completa di un minerale in pochi minuti, mentre solo fino a circa trent'anni fa occorrevano addirittura alcuni giorni.

A conclusione delle sperimentazioni, gli studenti hanno letto un brano di Teodoro Monticelli (1759-1845) che descrive come avesse determinato la composizione chimica di un prodotto formatosi in occasione dell'eruzione del Vesuvio del 7 gennaio 1821 (Monticelli, 1822): *“Questo sale avea il sapore del sal marino, mescolato ad un senso di amarezza; né decrepitava al fuoco come tutti i cloruri di sodio del Vesuvio. L'acqua alla temperatura ordinaria lo sciolse compiutamente, eccettuata piccolissima parte, quasi insensibile, ch'era composta di rottami di scorie estranee al sale, perché spettanti alla parete. una parte della soluzione non si alterò punto col sotto-carbonato di potassa: un'altra parte, col nitrato di argento produsse un precipitato bianco rappigliato, abbondantissimo, che esposto alla luce divenne nero: era questi insolubile nell'acido nitrico e solubile nell'ammoniacca. L'idroclorato di barite produsse un precipitato bianco in piccola quantità, insolubile all'acido nitrico; e la dissoluzione di platino dié tanto poco che niente di precipitato rancio. Gli altri reagenti impiegati all'uopo diedero risultati negativi. Il sale era dunque composto: 1. di cloruro di sodio; 2. di cloruro di potassio; 3. di solfato di soda; 4. di solfato di potassa”*.

Sono trascorsi 192 anni da questa descrizione che illustra tecniche analitiche che per alcuni aspetti si sono protratte fino ai primi del novecento. Gli studenti, pertanto, hanno potuto constatare come l'ampliamento delle conoscenze abbia determinato, a partire da metà novecento,

un'enorme accelerazione del progresso scientifico e tecnologico.

Conclusioni

Le attività di comunicazione scientifica sono state ideate da una squadra di esperti con diverse specializzazioni (scientifica, umanistica, tecnica) che hanno coniugato la scienza e la storia. Il Centro Musei, facendo leva sul suo lungo e profondo radicamento nel territorio, si è proposto, quindi, come punto di incontro fra culture diverse e formidabile mezzo di inclusione sociale, attraverso la collaborazione tra conoscenza scientifica e umanistica. Un elemento di innovazione delle attività è stato il reperimento, l'analisi e l'inserimento sul sito web del Centro Musei, di fonti storiche utili all'approccio della conoscenza scientifica (e quindi alla frequentazione dei musei scientifici) sia per gli studenti che per gli adulti.

In premessa si è accennato alla crisi delle vocazioni scientifiche ma non bisogna dimenticare che altri dati (nazionali e internazionali) mostrano, per un qualsiasi Paese che oggi si deve confrontare con un'economia globale, lo stretto legame tra gli investimenti nella ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica e la capacità di competere di una nazione. È altrettanto noto ed evidente che ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica dipendono dalla capacità o meno di produrre conoscenza scientifica di un Paese. Questa capacità, a sua volta, deriva dalle politiche di governo che favoriscano o meno il grado di diffusione della cultura scientifica tra la popolazione, che solo in questo modo può essere consapevole dell'importanza delle scelte da operare.

È sulla base di queste considerazioni che gli ideatori delle attività di comunicazione scientifica ritengono che quanto proposto abbia prodotto risultati che siano andati nella direzione auspicata. Che abbiano, cioè, contribuito a una maggiore diffusione della cultura scientifica e a indurre nei giovani una maggiore consapevolezza del ruolo della Scienza nello sviluppo della società. Una consapevolezza che è tanto più importante in questa fase storica in cui le conoscenze scientifiche sono determinanti per lo sviluppo futuro dei popoli e delle nazioni.

Note

¹ L'indagine preliminare su "La crisi delle vocazioni scientifiche e le sue motivazioni", commissionata dalla Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienza, è stata condotta da Observa – Scienza e Società, sotto la supervisione di Massimiano Bucchi (Università di Trento) e Federico Neresini (Università di Padova) e con la collaborazione di Valeria Arzenton e Andrea Lorenzet.

² La teoria costruttivista della conoscenza (e dell'apprendimento). Il museo e i bisogni della gente. Intervento del Professor Gorge E. Hein alla Conferenza della CECA (International Committee of Museum Educators) tenutasi a Gerusalemme, Israele, 15-22 ottobre 1991

³ Progetto "La meraviglia e la passione un secolo di scienze della natura nel Mezzogiorno dal 1760 al 1860: Le fonti, i documenti, i reperti"

⁴ Filippo Cirelli proviene da una famiglia piuttosto agiata e divide i suoi studi e interessi tra le arti figurative e le scienze, in particolare la fisica, la chimica e la matematica. Sviluppò e perfezionò la recente tecnica della "galvanotipia", un procedimento elettrochimico che gli consentì di ottenere copie a stampa assolutamente fedeli ai disegni originali, in numero molto elevato e con grande velocità. È il sistema che utilizzerà per le illustrazioni del Poliorama. Salvatore Fergola è uno studioso di letteratura e architettura ma, soprattutto, uno dei migliori vedutisti napoletani dell'ottocento, esponente della famosa "scuola di Posillipo".

⁵ Oltre al Poliorama, in quegli anni si pubblicavano nel Regno anche altre testate dichiaratamente divulgative quali, ad esempio, *Il Lucifero, giornale scientifico, letterario, artistico, agronomico, industriale e Il Progresso delle scienze, delle lettere e delle arti*.

⁶ Dalla prefazione al primo numero del *Poliorama Pittresco* del 1836.

⁷ Dall'articolo "*Il dagherrotipo*" in rubrica *Invenzioni e Scoperte*, Poliorama Pittresco, anno quarto semestre primo 17 agosto 1839 – 9 febbraio 1840, pp. 149-156.

⁸ Si ringraziano per la preziosa collaborazione: la Dott.ssa Anna Bolognese, Direttore della Biblioteca Universitaria di Napoli, il Dott. Antonio Borrelli della Biblioteca Universitaria di Napoli per l'aiuto nella ricognizione bibliografica e il Sig. Claudio Auxilia, della Biblioteca Universitaria di Napoli, per la parte fotografica.

⁹ Dizione con la quale venne indicato fin dalla sua

scoperta in ragione della presenza di una statua del Dio Serapi, che aveva fatto pensare che le strane vestigia emerse appartenessero ad un tempio dedicato alla divinità. In realtà esso non era altro che un mercato e un macello.

¹⁰ Grazie rispettivamente ad Antoine Laurent Lavoisier (1743-1793) con il suo *Traité Élémentaire de Chimie* del 1789 e a René Just Haüy (1743-1822) con il suo *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux* del 1784. La necessità per i mineralisti di classificare i minerali non più solo sulla base delle proprietà fisiche ma anche in base alla composizione chimica, come propugnato sin dal 1758 da Axel Fredrik Cronstedt (1722-1765), accelerò lo sviluppo della Chimica. Va ricordato, infatti, che la ricerca che portò Joseph Louis Proust (1754-1826) ad enunciare nel suo *Recherches sur le bleu de Prusse* del 1797 la teoria delle proporzioni definite, partì proprio dall'analisi ponderale di minerali e di composti metallici mentre lavorava come chimico e mineralista per il governo spagnolo (Lundgren, 1990).

¹¹ Varie tecniche di chimica analitica qualitativa furono messe a punto dal famoso chimico e mineralista svedese Jöns Jacob Berzelius (1779-1848)

¹² Il materiale utilizzato è stato il seguente: mortaio d'agata, becco Bunsen, un bruciatore con una fiamma incolore, regolabile e molto calda (~1500 °C) messo a punto nel 1855, un filo di Nickel-Cromo, acido cloridrico al 37%, becker da 25 ml. Gli studenti hanno identificato i vari elementi alcalini e alcalino terrosi, utilizzando tabelle che riportano per ogni elemento il colore della fiamma e la corrispondente lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica emessa. Hanno potuto, quindi, anche verificare che con questo metodo, riuscivano a rilevare solo quegli elementi, le cui radiazioni elettromagnetiche cadono nel campo del visibile.

¹³ La sperimentazione consiste nell'analisi ponderale della silice SiO₂ in rocce di genesi magmatica. Prima di iniziare le procedure analitiche è stato proiettato un breve filmato sulla preparazione dei campioni di rocce da analizzare affinché risultino rappresentativi della formazione rocciosa da cui sono stati prelevati. I materiali e gli strumenti utilizzati sono stati i seguenti: bilancia dei primi del 900, spatole in osso, crogiuoli, treppiedi, triangoli a sostegno, becco Bunsen, pinze, capsule di porcellana, bagnomaria a sabbia, vetrini d'orologio bacchette di vetro, carbonato di sodio (come fondente), HCl, imbuti, filtri, beker, muffola. Gli studenti dopo aver visto come si usa la bilancia analitica hanno pesato un grammo di polvere del loro campione in un crogiuolo. Per completare

questa analisi i tempi sono molto lunghi, pertanto si è optato di ridurre i tempi legati per la fusione e l'evaporazione sul bagnomaria, facendo fare queste operazioni preventivamente ad un tecnico, gli studenti poi hanno effettuato il filtraggio e le successive operazioni della calcinazione e delle pesate determinando con accuratezza il contenuto in milligrammi di SiO₂ nei rispettivi campioni.

¹⁴ Il personale tecnico ha illustrato schematicamente questa strumentazione e per sottolinearne la versatilità sono state determinate le analisi complete di cristalli con dimensioni 20µm e di cristalli zonati.

Bibliografia

- [1] Campbell W.A., Peter Morris P. (2012). L'Ottocento - Chimica: Analisi chimica. Storia della Scienza Enciclopedia Treccani.
- [2] Chiosi E. (2004). *Istituzioni e pratiche culturali a Napoli nel Settecento*, De Frede, Napoli.
- [3] Ciancio L. (2009). Le Colonne del tempo. Il Tempio di Serapide a Pozzuoli. Nella storia della geologia dell'archeologia e dell'arte (1750-1900). Edifir, Firenze.
- [4] De Maria M., Ianniello M.G. (2004). Storia e didattica della fisica: Strumenti per insegnare. Aracne Editrice S.r.l. ISBN 88-7999-881-1, pp. 275.
- [5] Fratta A. (a cura) (1999). I Musei Scientifici dell'Università di Napoli Federico II. Fridericiana Editrice Universitaria, Napoli, pp. 320.
- [6] Ghiara M.R. (2002). La ricerca scientifica ed i Musei Naturalistici. In *Vesuvio 79 A.D. Vita e morte ad Ercolano*, Fridericiana Universitaria, Napoli: 11-16.
- [7] Ghiara M.R. (2006). I Musei naturalistici nell'era della conoscenza. CADMO, anno XIV, 103-121.
- [8] Gossa A. (1881). Ricerche chimiche e microscopiche su rocce e minerali d'Italia (1875-1880), R. Stazione agraria sperimentale di Torino. Atti R. Accademia di Torino.
- [9] Lundgren A. (1990). The Changing Role of Numbers in 18th-Century Chemistry. In *The Quantifying Spirit in the 18th Century* a cura di Töre Frängsmyr, J.L. Heilbron, Robin E. Rider, Università della California 1990, 245-266.
- [10] Mariano Longo T. (2003). Scienze, un mito in declino? La crisi delle iscrizioni alle Facoltà scientifiche: Italia, Francia, sguardo internazionale. Bollettino dell'A.N.I.S.N., Anno XII N. speciale.
- [11] Monticelli T. (1822). Stato del Vesuvio dalla eruzione degli anni 1820 e 1821, fino ai principi di ottobre 1822; con osservazioni e sperimenti.
- [12] Mottana A. (1998). Mineralogia. Enciclopedia del Novecento Vol. XI, 265-279.
- [13] Petti C., Toscano M. (2012). *From Vesuvius to world. Teodoro Monticelli (1759-1845) collection and his European contacts. The Neapolitan case*. In *The Circulation of Science and Technology: Proceeding of the International Conference of the ESHS, Barcellona, 2010*. SCHCT-IEC: 493-496.
- [14] Puliti R., Mattia C.A., De Fazio A., Ghiara M.R., Mazzarella L. (2001). *Cinchoninium L-tartrate tetrahydrate*. Acta Crystallographica, C57, 1447-1449.
- [15] Rossi M., Nestola F., Zorzi F., Lanza A., Peruzzo L., Guastoni A., Kasaktin A. (2013). Ghiarite: A new mineral from Vesuvius volcano, Naples (Italy). *American Mineralogist* (DOI: <http://dx.doi.org/10.2138/am.2014.4600>).
- [16] Terreni V. (2013). La crisi delle facoltà scientifiche: un approccio scientifico. In *Rapporto Annuale 2013* ISBN 978-88-458-1751-9.
- [17] Toscano M. (2011). Il museo scuola del mondo. Il Museo di Storia Naturale e la divulgazione scientifica: comunicare la scienza attraverso i reperti. *Museologia Scientifica Memorie*, 8: 30-33.
- [18] Toscano M. (2011). G. De Bottis, *Ragionamento istorico intorno all'eruzione del Vesuvio che cominciò il 29 luglio dell'anno 1779 e continuò fino al giorno 15 del seguente mese di agosto*, Napoli, Denaro libri, Premessa, pp. 7-53.

Modello di dinamica di popolazione del corallo solitario simbiotico *Balanophyllia europaea* (Scleractinia, Dendrophyllidae) a Calafuria

Francesca Gizzi^{*1}, Valentina Airi¹, Erik Caroselli¹, Stefano Goffredo¹

Parole chiave: Ecologia di popolazione, Mar Mediterraneo, tavola di mortalità

*Nei coralli in cui i processi complessi del ciclo vitale che disaccoppiano l'età dalle dimensioni degli individui (es. frammentazione, fusione o mortalità parziale delle colonie) sono rari o chiaramente individuabili, l'età individuale può essere determinata dalle dimensioni, e possono essere applicati modelli di accrescimento e dinamica di popolazione basati sull'età. Un esempio è il corallo solitario mediterraneo *Balanophyllia europaea* (Risso, 1826), i cui tassi di accrescimento e la struttura e densità di popolazione sono stati determinati a Calafuria, la popolazione più abbondante studiata finora. Le classi di taglia che contribuivano maggiormente all'output riproduttivo erano quelle di età intermedie (5-10 anni), mentre gli individui più anziani (>10 anni), sebbene avessero fecondità maggiore, erano rari e contribuivano in minima parte all'output riproduttivo della popolazione. Il rapporto tra numero di planule prodotte e numero di reclute nello stesso metro quadrato produceva una mortalità larvale locale media stimata del 98.6%. Per ottenere un animale sessualmente maturo (3 anni) erano necessarie 163 larve.*

Introduzione

I parametri di dinamica di popolazione delle sclerattinie sono scarsamente studiati, a causa dei processi di frammentazione, fusione e mortalità parziale delle colonie, che possono distorcere le relazioni lunghezza-età [1]. I pochi studi sulla dinamica di popolazione delle sclerattinie sono stati revisionati circa 35 anni fa, descrivendo parametri come accrescimento e sopravvivenza [2]. Da allora, i processi demografici sono stati descritti per alcune specie dell'Atlantico sudoccidentale, Pacifico, Mar Rosso, Caraibi, Grande Barriera Australiana [3 e referenze al suo interno] e Mediterraneo [4].

In alcune specie di coralli dove la frammentazione e fusione degli individui sono rare e la mortalità parziale può essere riconosciuta da anomalie nel normale pattern di accrescimento, l'età dei coralli può essere, invece, determinata [1]. Inoltre, in alcuni coralli solitari, le stime di età possono essere facilmente ottenute da

bande di accrescimento visibili esternamente [5], o identificabili tramite tecniche radiologiche come la Tomografia Computerizzata [6, e referenze al suo interno]. I modelli di accrescimento e dinamica di popolazione basati sull'età possono quindi essere applicati ad alcune specie di coralli per descriverne le caratteristiche demografiche [5].

Questo studio è focalizzato su una sclerattinia solitaria, simbiotica con alghe unicellulari del genere *Symbiodinium* (zooxantelle) ed endemica del Mar Mediterraneo: *Balanophyllia europaea*

gli autori

¹ Marine Science Group, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Via Selmi 3, 40126, Bologna, Italia

* e-mail: francesca@marinesciencegroup.org

(Fig. 1). *Balanophyllia europaea* presenta una sessualità ermafrodita simultanea e una fecondazione interna [7]. Vive su substrati rocciosi ben illuminati ad una profondità tra 0-50 m [8]. Studi precedenti su popolazioni di *B. europaea* situate lungo un gradiente latitudinale sulle coste italiane suggeriscono che questa specie sia particolarmente sensibile alla temperatura del mare. Infatti, nelle popolazioni che vivono in siti caratterizzati da temperature maggiori si rilevano effetti negativi sulla densità scheletrica [9], (a causa di un incremento di porosità [10]), sull'abbondanza di individui [9], sulla stabilità della struttura di popolazione e sulla presenza di individui giovani [3], sull'accrescimento e sulla calcificazione [11]. La popolazione di Calafuria, sottoposta a temperature medie annuali relativamente basse (18.1 °C), presenta un'elevata densità di popolazione, con picchi fino a 113 individui m⁻² alla profondità di 6 metri [12]. In questo sito, infatti, si trova la popolazione a maggiore densità tra tutte quelle studiate [3].

Lo scopo di questo studio era la costruzione di una tavola di mortalità statica della popolazione di *B. europaea* a Calafuria, estrapolando le caratteristiche di dinamica e biologia riproduttiva da

studi realizzati precedentemente, e compararla con quella della specie strettamente imparentata *Leptopsammia pruvoti*, studiata precedentemente nello stesso sito.

Materiali e Metodi

Esemplari vivi di *B. europaea* (Risso, 1826) sono stati raccolti a Calafuria (43°28'N, 10°20'E, Fig. 2) durante 15 campionamenti effettuati tra Luglio 1997 e Ottobre 1998. La raccolta è avvenuta mediante immersioni subacquee ad una profondità di 6 m, dove la popolazione presenta la massima abbondanza di individui per m² [12]. La struttura di popolazione per classi di età (numero di individui di ciascuna classe di età i presenti in un metro quadro; X_i), la sopravvivenza (espressione della riduzione numerica degli individui nel tempo), la lunghezza (asse maggiore del disco orale del corallo), la massa scheletrica e la biomassa di ciascuna coorte (massa scheletrica di un individuo di età i moltiplicata per la sopravvivenza all'età i) sono state derivate da uno studio precedente [3]. Per le analisi istologiche i campioni appena raccolti sono stati fissati in una

soluzione di formalina (10% formaldeide, 90% acqua marina, saturata con carbonato di calcio) e trasportati ai laboratori del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali dell'Università di Bologna. Sui preparati istologici sono state eseguite analisi citometriche utilizzando un microscopio ottico NIKON-Eclipse 80i e il software di analisi d'immagine NIKON NIS-Elements D 3.1. Di ciascun ovocita nucleato sono stati misurati il diametro maggiore e minore. Per stimare la produzione di larve (planule) è stata utilizzata la percentuale di individui fertili in ciascuna classe di età (F_i) e la fecondità media in

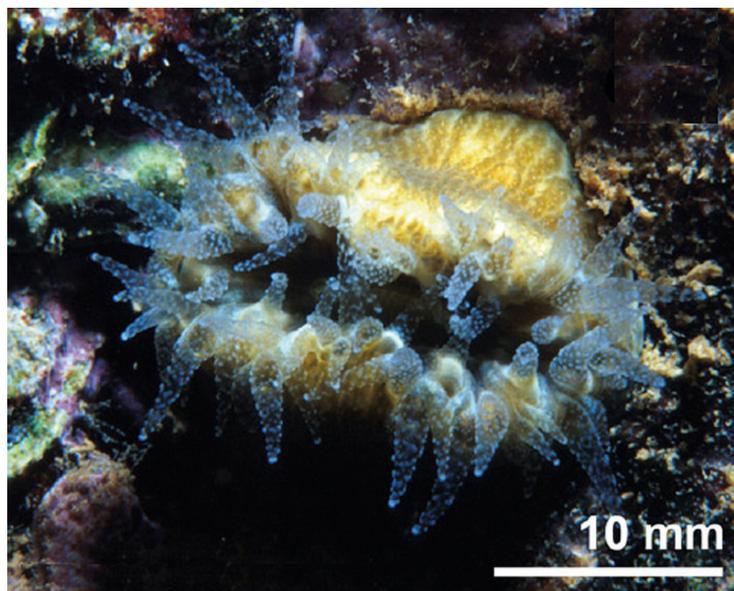


Figura 1: Esemplare di *Balanophyllia europaea* fotografato a Calafuria (foto di Gianni Neto).



Figura 2: Calafuria (LI). Sito di raccolta dei campioni di *Balanophyllia europaea*.

ciascuna classe di età (b_i), definita come numero di ovociti per unità di volume del polipo, ricavate da uno studio precedente [7]. Per la stima di questi due parametri riproduttivi sono stati considerati solo gli esemplari raccolti durante il periodo

di maturità gonadica, definito come il periodo precedente alla fecondazione, compreso tra Dicembre e Marzo, in cui gli elementi riproduttivi raggiungono la maturità che li prepara ad essere fecondati [7]. La produzione di planule è stata stimata integrando la fecondità (b_i), il numero di individui (X_i) e la percentuale di individui fertili (F_i) in ciascuna classe di età i (produzione di planule = $b_i X_i F_i$).

Risultati

Tavola di mortalità

La popolazione di Calafuria raggiungeva la maturità sessuale, definita come l'età in cui più del 50% degli individui presenta ovociti maturi, a 3 anni di età [7]. La longevità massima degli individui, definita come la classe di età a cui sopravvive meno dello 0.5% della popolazione iniziale, risultava di 20 anni. Il numero totale di planule rilasciate in un metro quadrato risultava di 500

Tabella 1: *Balanophyllia europaea*. Tavola di mortalità statica della popolazione di Calafuria.

X_i = abbondanza degli individui in ogni classe di età; b_i = fecondità media dei polipi in ogni classe di età; F_i = percentuale di individui fertili in ogni classe di età; $b_i X_i F_i$ = numero di planule prodotte per ciascuna classe di età. I dati si riferiscono ad un'area di 1 m².

	Classe di età (i)	X_i	Sopravvivenza	b_i	F_i	$b_i X_i F_i$	% Planule prodotte
	0	6.99	1.000	0.0	0	0	0.0
	1	5.31	0.760	0.0	14	0	0.0
	2	4.04	0.577	0.0	33	0	0.0
Maturità sessuale	3	3.07	0.438	10.5	51	16	3.2
	4	2.33	0.333	19.2	66	29	5.9
	5	1.77	0.253	29.7	79	42	8.3
	6	1.34	0.192	41.5	91	51	10.1
Massima produzione larvale	7	1.02	0.146	53.9	100	55	11.0
	8	0.77	0.111	66.6	100	52	10.3
	9	0.59	0.084	79.2	100	47	9.3
	10	0.45	0.064	91.5	100	41	8.2
	11	0.34	0.049	103.3	100	35	7.0
	12	0.26	0.037	114.4	100	30	5.9
	13	0.20	0.028	124.8	100	24	4.9
	14	0.15	0.021	134.4	100	20	4.0
	15	0.11	0.016	143.3	100	16	3.2
	16	0.09	0.012	151.4	100	13	2.6
	17	0.07	0.009	158.8	100	10	2.1
	18	0.05	0.007	165.5	100	8	1.6
	19	0.04	0.005	171.6	100	6	1.3
Longevità massima	20	0.03	0.004	177.0	100	5	1.0
	Totale	29	-	-	-	500	-

larve (Tab. 1). La classe di età a cui si raggiungeva la massima produzione larvale era quella dei 7 anni (Tab. 1). Il rapporto tra numero di planule prodotte e numero di reclute nello stesso metro quadrato produceva una mortalità larvale locale media stimata del 98.6% (Tab. 1). Di conseguenza, considerando sia la mortalità larvale che quella giovanile, per ottenere un animale sessualmente maturo (3 anni) erano necessarie 163 larve.

Discussione

La stima dei parametri riproduttivi e di dinamica della popolazione di Calafuria [7] ha permesso di costruire una tavola di mortalità statica che riassume i parametri demografici principali della popolazione stessa.

La maggior parte dell'output riproduttivo della popolazione proveniva da individui di 5-10 anni (57.2% della produzione totale di planule, Fig. 3), mentre le classi di età con individui più grandi e con maggiore fecondità erano troppo poco frequenti per fornire un grande contributo per la riproduzione, rappresentando quindi solo una piccola porzione dell'output riproduttivo generale. Al contrario, in specie che presentano una diminuzione della mortalità con l'aumentare della dimensione, come avviene per i coralli coloniali, le colonie più grandi contribuiscono maggiormente all'output riproduttivo. Il rapporto tra produzione larvale e abbondanza di reclute, stimato nella stessa popolazione, produceva un tasso di mortalità larvale locale del 98.6%. Per le specie marine, il numero di uova o larve necessarie per produrre una prole riproduttiva che sopravvive alla fase larvale e giovanile precoce è poco studiato [13]. Secondo la tavola di mortalità di questa popolazione di *B. europaea*, la percentuale di individui che raggiungono la maturità sessuale era del 44% e il numero di larve necessarie per una recluta era 72. Di conseguenza, 163 larve erano necessarie per produrre un individuo riproduttivo.

L'abbondanza della popolazione di *B. europaea* a Calafuria risultava nettamente inferiore a quella di un altro dendrofillide solitario del Mar Mediterraneo, *Leptopsammia pruvoti*, del quale sono state studiate precedentemente la dinamica di popolazione [14] e la biologia riproduttiva [15] a

Calafuria (circa 16 individui per metro quadrato per *B. europaea* contro circa 10000 per metro quadro per *L. pruvoti*; [14]). Questa differenza è in accordo con la quantità di larve prodotte per metro quadrato (500 per *B. europaea* contro circa 265000 per *L. pruvoti*; [14]). Inoltre, la mortalità larvale di *B. europaea* (98.6%) risultava maggiore di quella di *L. pruvoti* (97.7%) [14]). In *B. europaea*, la bassa abbondanza di popolazione potrebbe essere ulteriormente esacerbata da un'elevata dispersione delle larve zooxantellate, che mostrano un assetto neutro, capacità di nuoto e comportamento pelagico. Tuttavia, la capacità di dispersione delle larve di queste due specie potrebbe essere fortemente influenzata dal loro comportamento nella colonna d'acqua piuttosto che dalla condizione simbiotica, dal momento che non tutte le larve zooxantellate hanno capacità di dispersione maggiore rispetto a quelle non zooxantellate [16]. *Balanophyllia europaea* risultava più longeva, raggiungeva la maturità sessuale in età più avanzata, produceva un numero di larve inferiore e presentava un tempo di turnover più lungo rispetto a *L. pruvoti* [14]. Tutte queste caratteristiche, associate al tasso di autofecondazione proposto per *B. europaea* [17], renderebbero la popolazione di questa specie potenzialmente più lenta, rispetto a quella di *L. pruvoti*, nell'adattarsi ai cambiamenti delle caratteristiche ambientali. Questo conferma le preoccupazioni, sollevate da diversi studi [11 e referenze al suo interno], per il futuro di questa specie alla luce dei cambiamenti climatici globali attesi per la fine di questo secolo [18].

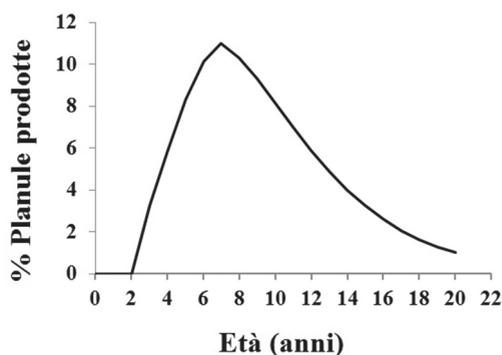


Figura 3: *Balanophyllia europaea*. Distribuzione per classi di età in termini di output riproduttivo.

Ringraziamenti

Questo studio è stato supportato da finanziamenti provenienti dal Ministero dell'istruzione, dell'Università e della Ricerca, da Scuba Schools International Italia e da Marine & Freshwater Science Group Association, ed è sponsorizzato da Underwater Life Project. Scientific Diving School (www.sdseducational.org) e Bologna Scuba Team (www.bolognascubateam.com) ha fornito supporto logistico per i campionamenti subacquei. Ringraziamenti speciali vanno agli operatori subacquei P. Bergami, M. Forni, M. Longagnani, E. Manzardo, M. Nanni, M. Pasquini, L. Riva, C. Ronzani, S. Scifo, M. Spoto, S. Tassinari, e R. Zanasi.

Bibliografia

- [1] R.C. Babcock, *Ecol. Monogr.* 1991, 6: 225.
- [2] J.H. Connell, *Population ecology of reef building corals*. In *Biology and geology of coral reefs*, vol. II: Biology 1. Academic. New York: 1973.
- [3] S. Goffredo, E. Caroselli, E. Pignotti, G. Mattioli, F. Zaccanti, *Coral Reefs* 2008, 27: 623.
- [4] E. Caroselli, S. Goffredo, *Mediterranean coral population dynamics: a tale of 20 years of field studies*. In *The Mediterranean sea: its history and present challenges*. Springer Science + Business Media. Dordrecht: 2014.
- [5] S. Goffredo, N.E. Chadwick-Furman, *Mar. Biol.* 2003, 142: 411.
- [6] E. Caroselli, F. Zaccanti, G. Mattioli, G. Falini, O. Levy, Z. Dubinsky, S. Goffredo, *PLoS ONE* 2012, 7: e37848.
- [7] S. Goffredo, S. Arnone, F. Zaccanti, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2002, 229: 83.
- [8] H. Zibrowius, *Mem. Inst. Oceanogr. (Monaco)* 1980, 11: 1.
- [9] S. Goffredo, E. Caroselli, E. Pignotti, G. Mattioli, F. Zaccanti, *Mar. Biol.* 2007, 152: 351.
- [10] E. Caroselli, F. Prada, L. Pasquini, F. Nonnis Marzano, F. Zaccanti, G. Falini, O. Levy, Z. Dubinsky, S. Goffredo, *Zoology* 2011, 114: 255.
- [11] S. Goffredo, E. Caroselli, G. Mattioli, E. Pignotti, Z. Dubinsky, F. Zaccanti, *Limnol. Oceanogr.* 2009, 54: 930.
- [12] S. Goffredo, G. Mattioli, F. Zaccanti, *Coral Reefs* 2004, 23: 433.
- [13] L.W. Botsford, J.W. White, M.A. Coffroth, C.B. Paris, S. Planes, T.L. Shearer, S.R. Thorold, G.P. Jones, *Coral Reefs* 2009, 28: 327.
- [14] S. Goffredo, E. Caroselli, G. Mattioli, F. Zaccanti, *Mar. Biol.* 2010, 157: 2603.
- [15] S. Goffredo, V. Airi, J. Radetić, F. Zaccanti, *Mar. Biol.* 2006, 148: 923.
- [16] R. Ben-David-Zaslow, Y. Benayahu, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1998, 163: 235.
- [17] S. Goffredo, L. Mezzomonaco, F. Zaccanti, *Mar. Biol.* 2004, 145: 1075.
- [18] S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge and New York: 2007.

Contributo molecolare alla conoscenza del bivalve mitilide alloctono *Xenostrobus securis* in ambienti costieri del Mediterraneo occidentale

Michele Barbieri*¹, Ferruccio Maltagliati¹, Graziano Di Giuseppe¹, Piero Cossu²,
Claudio Lardicci¹, Alberto Castelli¹

Parole chiave: Molluschi Bivalvi, Diversità genetica, MtDNA, Specie alloctone, Mediterraneo occidentale

Lo studio della diversità genetica nelle specie invasive può fornire importanti informazioni sulla loro origine e sui potenziali metodi di introduzione. Può inoltre dare indicazioni sul potenziale per l'adattamento ad un nuovo ambiente e conseguentemente sulla possibilità di successo dell'invasione.

Xenostrobus securis (Lamarck, 1819) è un bivalve mitilide originario degli ambienti salmastri dell'Australia sudoccidentale e della Nuova Zelanda, che vanta una lunga serie di invasioni: nei primi anni '70 in Giappone, negli anni '90 in Francia meridionale ed Adriatico settentrionale, nel primo decennio del 2000 in Galizia (Spagna) e nelle acque del canale Scolmatore dell'Arno (Italia), più recentemente nella foce del Rio Fluvia (Spagna) e nel Golfo di Olbia (Italia).

In questo lavoro, sono state impiegate sequenze del gene mitocondriale COI al fine di identificare univocamente tutti gli individui raccolti e per fornire stime sui livelli di diversità genetica nelle popolazioni di recente insediamento. Un frammento di 549 bp è stato amplificato in 64 individui raccolti in sette diverse località: due scelte nell'areale originario della specie (Pakuranga e Whangarei in Nuova Zelanda) e cinque di recente insediamento (Rio Fluvia in Spagna, Fiume Arno, canale Scolmatore dell'Arno, Olbia e Venezia in Italia).

Tutti gli individui raccolti sono stati assegnati alla specie X. securis. Le popolazioni analizzate mostrano alti livelli di polimorfismo genetico, riconoscibile anche nella notevole divergenza genetica tra alcune linee filetiche. Non è stata riscontrata alcuna strutturazione geografica nelle popolazioni neo-insediate, mentre una divergenza genetica risulta evidente tra le due popolazioni native prese in esame. I dati analizzati fino ad ora suggeriscono che le popolazioni mediterranee abbiano un'origine diversa da quella neozelandese.

L'analisi di un numero maggiore di popolazioni native è indispensabile per comprendere la rotta seguita dalla specie durante gli ultimi decenni, mentre l'analisi degli individui appartenenti a popolazioni di recente insediamento può fornire dati importanti sul successo biologico di X. securis e delle specie invasive in generale.

Introduzione

Il mitilide *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) (Figura 1) è originario degli ambienti salmastri costieri del Pacifico sud-occidentale.

Dagli anni '90 *X. securis* è stata segnalata in vari biotopi salmastri lungo le coste italiane adriatiche [1, 2, 3], nelle lagune della costa mediterranea della Francia [4], nella Ria de Vigo in Galizia (Spagna), nel Portogallo settentrionale [5, 6] e

nei Paesi Baschi [7]. Inoltre, negli anni '70, la specie era stata segnalata nelle acque giapponesi ed erroneamente ridescritta come *Limnoperna fortunei kikuchii* (Habe, 1981) [8]. Nel 2008 Giusti et al. [9] segnalano la presenza di individui di *X. securis* nel canale Scolmatore dell'Arno. Recentemente, abbiamo osservato la diffusione di questa specie in diversi ambienti limitrofi del litorale pisano e segnalato per la prima volta la sua presenza nel Golfo di Olbia e alla foce del Rio



Figura 1: Valva destra di un esemplare di *Xenostrobus securis* raccolto nel canale Scolmatore dell'Arno.

Fluviá in Catalogna (Spagna) [10]. *X. securis* possiede molte caratteristiche delle specie invasive ed è per questo considerato come un potenziale *pest* [5]. Questo bivalve riveste inoltre una notevole rilevanza ecologica, in quanto può essere considerato una specie «ingegnere dell'ecosistema» *sensu* Jones et al. [11], vale a dire una specie strutturante che altera i fattori biotici e abiotici dell'ambiente e modifica, mantiene e crea nuovo habitat.

X. securis può insediarsi su substrati differenti, quali fango, steli di piante, pietre, conchiglie e strutture artificiali sommerse. Ha un ciclo vitale di circa un anno e le sue popolazioni sono comunemente caratterizzate da elevate densità di individui [12]. La presenza di questa specie può generare una vasta gamma di problematiche: le popolazioni ad alta densità su fondi molli possono provocare una sorta di soffocamento delle comunità autoctone, inoltre gli individui possono agire come vettori di patogeni per specie di rilevanza commerciale e possono competere con queste ultime per cibo e spazio. Inoltre, riuscendo a sopravvivere in popolazioni con densità di individui elevatissime, *X. securis* può contribuire massicciamente al fouling di strutture sommerse, condutture, funi, scafi, ecc [5]. A causa delle sue peculiari caratteristiche, *X. securis* è stata inserita nella lista delle '100 Peggiori Specie Invasive' del Mediterraneo [13].

In questo contesto, lo scopo del presente studio è stato duplice: da un lato, stabilire l'esatta posizione tassonomica degli esemplari raccolti in cinque siti di recente invasione (Rio Fluviá, Fiume Arno, canale Scolmatore dell'Arno, Olbia e

Venezia), dall'altro è stata effettuata un'analisi preliminare sui livelli di differenziamento genetico tra gli individui delle popolazioni di recente insediamento e quelli dell'areale originario della specie. Al fine di raggiungere questi obiettivi, è stato adottato un approccio molecolare basato sull'analisi di sequenze del gene mitocondriale codificante per la subunità I della citocromo c ossidasi (*COI*).

Materiali e Metodi

Gli individui di *X. securis* sono stati raccolti su substrati duri e molli da due siti lungo le coste pisane: 14 nel canale Scolmatore (43°36'3"N, 10°21'25"E), 8 nel tratto terminale del fiume Arno (43°41'1"N, 10°20'7"E); quindi 14 nella Laguna di Venezia (45°27'29"N, 12°20'40"E), 3 nel Golfo di Olbia (40°55'46"N, 9°30'26"E) e 9 alla foce del Rio Fluviá in Spagna (42°12'9"N, 3°6'32"E). Sono stati inoltre aggiunti 16 campioni provenienti dalla Nuova Zelanda: 8 da Pakuranga (36°54'35"S, 174°52'09"E) e 8 da Whangarei (35°43'32"S, 174°19'31"E). I campioni raccolti sono stati fissati in etanolo assoluto a -20 °C fino al momento dell'estrazione del DNA. Il DNA genomico è stato estratto con il kit GenE-lute Mammalian Genomic DNA Miniprep (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, U.S.A.) secondo le istruzioni del produttore. Per amplificare il frammento del gene mitocondriale *COI* sono stati impiegati i primer universali LCO1490 e HCO2198 [14]. Le reazioni di PCR sono state eseguite in una soluzione acquosa di 20 µl contenente 10 ng di DNA genomico, tampone di PCR 1×, MgCl₂ 2,5 mM, nucleotidi 0,2 mM, primer 0,1 mM e una unità di EuroTaq polimerasi (EuroClone, Milano - Italia). Il profilo di PCR prevedeva 2 min di denaturazione iniziale a 94 °C; 30 cicli composti

gli autori

¹ Dipartimento di Biologia, via Derna 1, 56126 Pisa, Italia;

² Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Via F. Muroli 25, 07100 Sassari, Italia;

* e-mail: mbarbieri@biologia.unipi.it

Tabella 1: Stime di diversità genetica in *X. securis*. *N*: numero di individui; *Nh*: numero di aplotipi; *NS*: numero di siti polimorfici; *h*: diversità aplotipica; π : diversità nucleotidica.

SITO	N	NS	Nh	<i>H</i>	π
Rio Fluvia	9	69	8	0,972 \pm 0,064	0,0600 \pm 0,0071
Fiume Arno	8	39	8	1,000 \pm 0,063	0,0245 \pm 0,0058
Canale Scolmatore	14	77	7	0,857 \pm 0,074	0,0495 \pm 0,0109
Golfo di Olbia	3	14	2	0,667 \pm 0,314	0,0170 \pm 0,0080
Laguna di Venezia	14	77	9	0,934 \pm 0,045	0,0588 \pm 0,0086
Pakuranga	8	22	8	1,000 \pm 0,063	0,0123 \pm 0,0028
Whangarei	8	47	8	1,000 \pm 0,063	0,0254 \pm 0,0085
TOT	64	122	39	0,966 \pm 0,011	0,0657 \pm 0,0532

da: 30 s di denaturazione a 94°C, 1 min di appaiamento a 54°C e 1 min di estensione a 72°C; i cicli sono stati seguiti da una fase di estensione finale di 2 min a 72°C. Le reazioni di PCR sono state effettuate in un termocilatore One-Advanced (EuroClone, Milano - Italia) e un controllo negativo, in cui non era caricato DNA, era incluso in ogni reazione. I prodotti di PCR erano separati su gel di agarosio all'1,2% in tampone 1 \times Tris-Acido acetico-EDTA. I gel erano colorati con bromuro di etidio e visualizzati su un transilluminatore ECX-20M UV (EuroClone, Milano - Italia). I prodotti di PCR erano successivamente purificati mediante il kit ExoSAP-IT (GE Healthcare, Little Chalfont - Regno Unito) secondo le istruzioni del produttore. Gli amplificati purificati erano spediti al servizio di sequenziamento della Macrogen (Macrogen, Korea).

Le sequenze ottenute sono state allineate tramite Clustal W (<http://www.clustal.org/>). I valori di diversità aplotipica (*h*) e diversità nucleotidica (π) sono stati calcolati per mezzo di DnaSP v5.10.1 (<http://www.ub.edu/dnasp/>). I rapporti tra gli aplotipi sono stati analizzati tramite la costruzione di un network con algoritmo "median-joining" [15] usando il software NETWORK 4.611 (www.fluxus-engineering.com). L'analisi gerarchica della varianza molecolare (AMOVA) [16] è stata usata per suddividere la varianza molecolare nelle sue componenti: tra gruppi (in questo caso il gruppo delle popolazioni originarie ed il gruppo delle popolazioni di recente insediamento), tra popolazioni all'interno dei gruppi, tra individui all'interno delle popolazioni. La significatività dei valori della Φ -statistica è stata valutata per mezzo di un test di permutazione

con 10000 repliche usando il programma Arlequin v.3.5 (<http://cmpg.unibe.ch/software/arlequin35/>).

Risultati

Un totale di 64 sequenze sono state allineate e tagliate ad una lunghezza di 549 bp. Sono stati rilevati complessivamente 39 aplotipi e 122 siti polimorfici (22,2% del totale delle posizioni) (Tabella 1). I livelli di diversità aplotipica registrati variano da un minimo di $h = 0,667$, nella popolazione del Golfo di Olbia, ad un massimo di $h = 1,000$, ottenuto per il fiume Arno e le due popolazioni neozelandesi (Tabella 1). Il valore più basso di diversità nucleotidica è stato riscontrato per la popolazione di Pakuranga ($\pi = 0,0123$), mentre il più alto è stato calcolato per la popolazione del Rio Fluvia ($\pi = 0,0600$) (Tabella 1).

Il network degli aplotipi ha messo in evidenza la presenza di tre raggruppamenti principali separati da un gran numero di mutazioni fissate (Figura 2). In particolare è possibile vedere come un aplogruppo sia costituito solo dai campioni della Nuova Zelanda, mentre gli altri due gruppi mostrino una composizione variabile di campioni provenienti dalle popolazioni di recente insediamento, senza alcun chiaro criterio geografico apparente.

L'AMOVA su tre livelli ha assegnato una buona parte della varianza molecolare al livello "tra gruppi" (56,9%); per contro, solo una minima parte della varianza è stata assegnata al livello "tra popolazioni all'interno dei gruppi" (2,5%). Un'altra cospicua quota della varianza

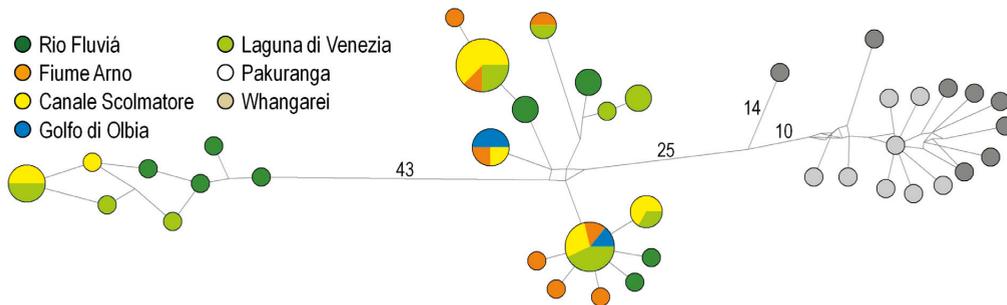


Figura 2: Network median-joining delle 64 sequenze del gene COI di *X. securis* ottenute. I cerchi rappresentano gli aplotipi e la loro area è proporzionale al numero di individui che condividono l'aplotipo. Il numero di mutazioni che separa gli aplotipi è indicato laddove maggiore di 10.

molecolare (40,6%) è stata allocata al livello “tra individui all’interno delle località” (Tabella 2). L’unico parametro di Φ -statistica significativo è quello associato al livello più basso, “tra individui all’interno delle popolazioni”, Φ_{ST} (Tabella 2).

Discussione e conclusioni

I campioni di *X. securis* analizzati in questo studio hanno rivelato 1) alti livelli di diversità genetica all’interno delle popolazioni, 2) la presenza di tre aplogruppi principali molto divergenti. A dispetto di quanto sarebbe logico aspettarsi, alti livelli di diversità genetica sono stati riscontrati in popolazioni di specie invasive con origine recente [17, 18 e riferimenti contenuti]. Questi studi suggeriscono come alle invasioni biologiche di successo non siano associati fenomeni di erosione genetica [17, 18 e riferimenti contenuti]. In sostanza, in popolazioni di recente insediamento si possono realizzare livelli elevati di diversità genetica grazie al mescolamento di genotipi differenti appartenenti a popolazioni native differenti. In generale, una popolazione che

origina da un numero elevato di propaguli sarà meno soggetta agli effetti dell’inincrocio e della deriva. Un’altra possibilità è che la diversità genetica possa originare da eventi di colonizzazione multipla. Nel caso in cui i propaguli originino da popolazioni native geneticamente divergenti, la popolazione risultante può presentare livelli di polimorfismo genetico superiori a quelli riscontrabili nelle singole popolazioni di origine [17]. Una delle possibilità di successo per un’invasione è che i genotipi degli organismi introdotti siano preadattati all’ambiente invaso, cosicché gli individui possano rispondere efficacemente agli effetti della selezione locale. Tale opportunità è totalmente affidata al caso ed estremamente rara. In alternativa, il rimescolamento di popolazioni divergenti può aumentare la fitness degli individui grazie all’effetto della sovradominanza. L’aumento di diversità genetica ha l’effetto di alterare la capacità delle popolazioni introdotte di affermarsi nel nuovo ambiente.

Questo studio non ha messo in evidenza divergenza genetica significativa tra le popolazioni di recente insediamento. Probabilmente le popolazioni analizzate non hanno avuto tempo

Tabella 2: Analisi della varianza molecolare. Criterio di raggruppamento: Rio Fluvia, Scolmatore, Arno, Venezia (gruppo 1) e Pakuranga e Whangarei (gruppo 2).

Fonte della varianza	Gradi di libertà	Componente della varianza	Percentuale della varianza	Φ -statistica	<i>P</i>
Tra gruppi	1	15,928	56,9	$\Phi_{CT} = 0,569$	0,052
tra popolazioni all’interno dei gruppi	5	0,702	2,5	$\Phi_{SC} = 0,058$	0,116
All’interno delle popolazioni	57	11,352	40,6	$\Phi_{ST} = 0,594$	< 0,001

sufficiente per divergere, visto che le prime segnalazioni in Mediterraneo risalgono a circa 30 anni fa. Inoltre le popolazioni della Laguna di Venezia, del canale Scolmatore e del Golfo di Olbia potrebbero essere connesse dal trasporto mediato dal traffico navale che produrrebbe flusso genico mediato da natanti. Contro questa ipotesi c'è però il fatto che le larve di *X. securis* non sono in grado di sopravvivere in acqua di mare [19]. Tuttavia il trasporto su piccola e media scala potrebbe essere favorito dal 'rafting' di adulti attaccati a pezzi di vegetazione oppure dal trasporto di organismi ancorati a natanti da diporto, cime, boe ecc.

La divergenza genetica riscontrata tra i campioni della Nuova Zelanda e quelli raccolti nelle popolazioni di recente insediamento suggeriscono che i primi esemplari arrivati in Mediterraneo si siano originati da individui provenienti da siti diversi rispetto a quelli considerati nel presente studio. Inoltre, confrontando le sequenze ottenute nel presente lavoro con quelle presenti in GenBank, si riscontra una notevole similarità con quelle ottenute da individui campionati in Australia [12]. Al fine di identificare con esattezza l'area di provenienza delle popolazioni invasive è necessario un disegno di campionamento che copra il più possibile l'areale di distribuzione originario della specie.

Ringraziamenti

Vogliamo ringraziare D. Tagliapietra e M. Sivovini per averci fornito i campioni della Laguna di Venezia. Abbiamo apprezzato la valida assistenza di S. Dioguardi durante l'attività di laboratorio. Si ringrazia l'Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli per le autorizzazioni necessarie allo svolgimento delle attività di campionamento nel territorio di loro competenza.

Bibliografia

- [1] G. Lazzari, E. Rinaldi, Boll. Malacol. 1994, 30: 195.
- [2] B. Sabelli, S. Speranza, Boll. Malacol. 1994, 29: 311.
- [3] P. Russo, La Conchiglia 2001, 298: 49.
- [4] A. Zenetos, S. Gofas, G. Russo, J. Templado, CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean - Vol. 3. Molluscs. CIESM 2004.
- [5] M.E. Garcí, J.E. Trigo, S. Pascual, A.F. González, F. Rocha, A. Guerra, Aquac. Int. 2007, 15: 19.
- [6] P. Veiga, M. Rubal, F. Arenas, M. Incera, C. Olabarria, I. Sousa-Pinto, J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2011, 406: 14.
- [7] I. Adarraga, J. Martínez, Aquat. Inv. 2012, 7: 171.
- [8] T. Kimura, M. Tabe, Y. Shikano, Jap. J. Malacol. 1999, 58: 101.
- [9] F. Giusti, B. Dell'Angelo, M. Sosso, S. Schiaparelli, Boll. Malacol. 2008, 44: 11.
- [10] M. Barbieri, F. Maltagliati, G. Di Giuseppe, P. Cossu, C. Lardicci, A. Castelli, Mar. Biodiv. Rec. 2011, 4.
- [11] C.G. Jones, J.H. Lawton, M. Shachak, Oikos 1994, 69: 373.
- [12] F.J. Santaclara, M. Espiñeira, J.M. Vieites, Mar. Biotechnol. 2007, 9: 722.
- [13] N. Streftaris, A. Zenetos, Medit. Mar. Sci. 2006, 7: 87.
- [14] O. Folmer, M. Black, F. Hoen, R. Lutz, R. Vrijenhoek, Mol. Mar. Biol. Biotech. 1994, 3: 294.
- [15] H.J. Bandelt, P. Forster, A. Röhl, Mol. Biol. Evol. 1999, 16: 37.
- [16] L. Excoffier, P.E. Smouse, J.M. Quattro, Genetics. 1992, 131: 479.
- [17] J. Roman, J.A. Darling, Trends Ecol. Evol. 2007, 22: 454.
- [18] J.B. Geller, J.A. Darling, J.T. Carlton, Annu. Rev. Mar. Sci. 2010, 2: 367.
- [19] B.R. Wilson, J. Nat. Hist. 1968, 2: 307.

Artropodi dell'isola di Montecristo (arcipelago Toscano) osservati negli anni 2011-2012

Franco Strumia^{*1}, Guido Pagliano², Luciano Filippi³

Parole chiave: Montecristo, Imenotteri Gasteruptionidae, Apoidea, Crisididae, Scorpiones

L'Arcipelago Toscano è un laboratorio ideale per lo studio della biogeografia insulare. L'utilizzo di alcune isole come sedi di detenzione ne ha impedito un'eccessiva antropizzazione. Tuttavia mentre il popolamento vegetale è ben conosciuto, lo studio della componente zoologica dell'arcipelago è stato colpevolmente trascurato e pochissimi sono i dati storici disponibili per lo studio della dinamica delle popolazioni locali. Per questo motivo è stato ripetuto, dopo oltre dieci anni, un monitoraggio degli artropodi dell'isola di Montecristo. Il materiale raccolto è stato affidato per lo studio a diversi rinomati specialisti, che hanno gentilmente messo a disposizione la loro competenza. Saranno presentati i risultati relativi ai seguenti Ordini di Artropodi: 4 Famiglie di Hymenoptera (Crisididae, Apoidea, Scolioidea, Gasteruptionidae) e gli Scorpiones.

Introduzione

Delle sette isole che formano l'Arcipelago Toscano Montecristo è la più isolata, distando rispettivamente circa 59 km dalla Sardegna, 60 km dalla costa toscana, circa 43 km dall'isola del Giglio e 41 km dall'isola d'Elba. Montecristo è un plutone granitico formatosi circa 7 milioni di anni Before Present (BP). Il clima è tipicamente mediterraneo con inverni miti e ventosi [3]. L'isola è interamente montuosa con la massima altitudine di 645 m. raggiunta dal "Monte della Fortezza". Per superficie (10,4 km²) non è la minore dell'arcipelago, ma il suolo prevalentemente nudo e granitico è molto povero. L'unico tratto più ricco di humus si ha nel fondovalle di Cala Maestra, unico approdo dell'isola. Qui si trova la sola zona abitata, dove risiede il personale del parco. Nonostante la povertà del suolo e la scarsità d'acqua, Montecristo possiede una vegetazione ricca di specie, ben 532 entità [13], gli alberi sono rappresentati da alcuni lecci, dall'ailanto, introdotto, e dal pino mediterraneo. La vegetazione di Cala Maestra è prevalentemente estranea all'isola ed è stata introdotta in seguito

ai vari tentativi di insediamento, compreso quello di fondarvi una colonia Penale [14]. È probabile che parte degli insetti da noi osservati sia stata accidentalmente introdotta in tempi storici. Dall'anno 1971 Montecristo è stata costituita in "Riserva naturale integrale" e da allora l'accesso è consentito solo per motivi di studio. La nostra ricerca è stata resa possibile dalla Direzione del Parco, che ha permesso il posizionamento della trappola e dalla collaborazione dei custodi che si sono assunti l'incarico della gestione delle trappole Malaise. Le trappole sono sempre state collocate a Cala Maestra, vicino alla loro residenza.

gli autori

¹ Università di Pisa, Largo Pontecorvo 3, 56127 Pisa-Italy

² Museo reg. di Storia Naturale - Torino, Via Giolitti 36, 10123 Torino

³ Cecina, via Napoli 30, 57023 (LI)

* e-mail: strumia@df.unipi.it



Figura 1: Trappola del tipo Malaise utilizzata nel 2012 in località "La Villa", Cala Maestra.

Materiali e metodi

Il materiale studiato è stato quasi esclusivamente catturato mediante trappole del tipo Malaise. Si tratta di trappole a intercettazione, che catturano con continuità insetti in volo, permettendo anche di ottenere dati sulla fenologia e i bioritmi delle varie entità [28]. Queste trappole non sono del tipo attrattivo e permettono un buon campionamento, statisticamente valido di insetti volatori. Dopo un fruttuoso tentativo nel 1998-1999 [5], in cui la trappola ha funzionato ininterrottamente dal 6 giugno al 31 dicembre per complessivi 203 giorni, purtroppo nel 2000 e nel 2001 le trappole non hanno ben funzionato, con parziale o totale perdita del materiale catturato. Solo nel 2011 e nel 2012 abbiamo ottenuto un soddisfacente funzionamento, con la trappola collocata nell'orto sul retro della villa di Cala maestra (Fig. 1). La trappola ha funzionato ininterrottamente dall'11 maggio al 11 settembre 2011 e dal 3 marzo al 9 ottobre 2012 per un totale di 343 giorni.

Risultati

Hymenoptera Chysididae

Le ricerche eseguite nel 1998-2000 avevano portato alla cattura di due sole specie di Crisididi di Montecristo. Questo risultato modesto era in netto contrasto con quanto osservato per le altre isole dell'Arcipelago Toscano. Nel 2011-2012 il numero della specie è salito a nove, quasi in linea con le previsioni.

Nello studio della biogeografia delle isole si è

trovata infatti una legge empirica che collega il numero di specie con la superficie delle isole [11]. (Curva Specie-Area, SAR= Species-Area Relationship). Il numero di specie dipende dall'area secondo l'equazione:

$$1- S=cA^z$$

Dove c e z sono delle costanti. Considerando i logaritmi si ha la relazione lineare:

$$2- \text{Log}(S)=\text{Log}(C)+z\text{Log}(A)$$

In un arcipelago con clima uniforme il logaritmo del numero di specie di una data famiglia presenti su ogni isola è proporzionale al logaritmo della superficie dell'isola secondo la costante z.

Machartur & Wilson (vol. citato p. 14) hanno dimostrato che nel caso di popolazioni che seguono la distribuzione lognormale nella loro struttura, la costante z vale:

$$z = 0.263$$

La SAR è ben verificata sperimentalmente in molti casi ed è utile per verificare se una certa isola è stata sufficientemente studiata, o se la sua popolazione è stata disturbata.

Nell'ambito del progetto Interreg III sono stati studiati Gli Imenotteri Crisididi dell'Arcipelago toscano, osservando una ricca biodiversità [17].

Nella Fig. 2 è mostrato il grafico Log (N° di specie) in funzione di Log (area, in km² con i risultati del 2011-2012 (9 specie catturate a Montecristo); è anche indicato il dato di Montecristo riferito ai risultati del 1998-2000 (due sole specie a Montecristo).

Con i dati già acquisiti nel 2011 la bontà dell'interpolazione migliora nettamente e fa prevedere che

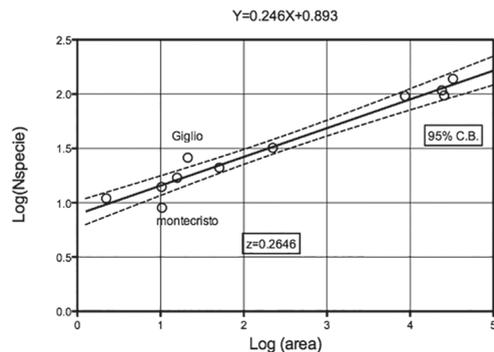


Figura 2: Interpolazione della relazione Specie-Area per le isole tirreniche. I punti all'estrema destra si riferiscono alla Sardegna ed alla Corsica.

Tabella 1: Elenco dei Crisididi catturati a Montecristo dal 1998 al 2012

	Chrysididae catturati a Montecristo	1998-2005	2011	2012
1	<i>Hedychridium mediocre</i> Linsenmaier 1987		1	
2	<i>Hedychridium scutellare</i> Tournier 1878	0	2	
3	<i>Hedychridium tyrrhenicum</i> Strumia 2003	1	20	78
4	<i>Hedychridium wolfi</i> Linsenmaier 1959	5	34	22
5	<i>Pseudomalus auratus</i> Linnaeus 1758	0	3	
6	<i>Chrysis auriceps</i> Mader 1936	0	4	
7	<i>Chrysis bicolor</i> Lepeletier 1806	0	2	6
8	<i>Chrysis corsica</i> Du Buysson 1896	0	2	2
9	<i>Chrysis germari</i> Wesmael 1839	0	1	
	Nr. di esemplari	6	69	108

a Montecristo debbano essere presenti 12 specie, contro le 9 già osservate. La costante z passa da $z = 0.316$ a $z = 2.77$ in linea col valore teorico per le popolazioni lognormali [19], e col valore già ottenuto nel caso degli Imenotteri Pompilidi [17]. L'interpolazione è molto buona quando le specie di Montecristo passano da 2 (1999) a 9 (2011) (Tab. 1). La linea tratteggiata mostra il limite di confidenza dell'interpolazione entro il 95%. Il dato dell'isola del Giglio è al di sopra della banda di confidenza ed stato ottenuto contando anche

le specie trovate da G. Doria nel 1902-1903 e non osservate recentemente [17, 22, 23]. Questo risultato potrebbe indicare la presenza di una popolazione disturbata ed impoverita nell'ultimo secolo.

Dall'interpolazione dei dati si possono prevedere le specie presenti in ogni Isola, come riassunto

Tabella 2: Numero di Specie di Crisididi previste dalla SAR per le isole circumsarde e dell'Arcipelago Toscano. Le specie recentemente osservate al Giglio sono solo 7 [17].

Sp. osservate	Isola	Sp. previste
25 (7)	Giglio	18
18	Capraia	17-18
9	Montecristo	14-15
11	Gorgona	11
14	Pianosa	15
37	Elba	33-34
23	Asinara	22-23
6	Sant'Antioco	27-28
8	S.Pietro	22-23
1	Molara	3-4
107	Sardegna	118-120
96	Corsica	91



Figura 3: Immagine con vista dorsale di *Hedychridium tyrrhenicum* Strumia 2003, la specie di Crisidide più comune a Montecristo.

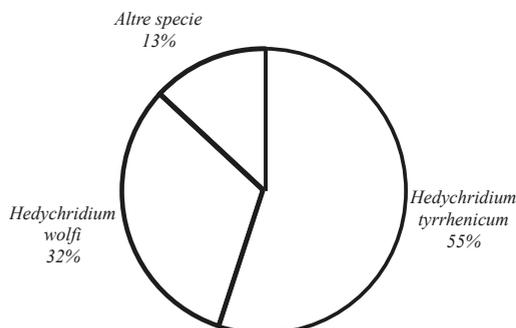


Figura 4: Composizione percentuale delle specie di Crisididi catturati a Montecristo nel 2011-2012.

nella Tab. 2. La corrispondenza tra quanto osservato e previsto è buona per l'arcipelago, Sardegna e Corsica, ma dimostra che le isole strettamente circumsarde non sono ancora state adeguatamente studiate. I recenti risultati per l'Asinara [21] sono invece in buon accordo. Nel caso del Giglio le 25 specie storiche e le 7 recenti non corrispondono alle 18 previste.

A Montecristo due specie sono nettamente prevalenti come numero di esemplari catturati dalle trappole. Si tratta rispettivamente di *Hedychridium tyrrenicum* Strumia 2003 e di *Hedychridium wolfi* Linsenmaier 1959 (Figg. 3 e 4). Sono due piccole specie del genere *Hedychridium* a distribuzione circumtirrenica e conosciute come parassiti di piccoli Imenotteri Sfecidi nidificanti in cavità del legno morto, come *Solierella compe-dita* (Piccioli, 1869), pure presente a Montecristo. Questi *Hedychridium* sono da considerare i Crisididi caratteristici della fauna di Montecristo.

Hymenoptera Gasteruptionidae

Nelle stagioni 2011 e 2012 una trappola Malaise è stata messa in funzione sull'Isola di Montecristo, grazie alla gentile ed accurata collaborazione dei custodi sigg. Giorgio e Luciana Marsiaj. La trappola era collocata in località "la Villa" a cala Maestra, presso l'unico approdo dell'isola.

Nel 2011 la trappola ha funzionato dall'11 maggio all'11 settembre e nel 2012 dal 3 marzo al 9 ottobre per un totale di 343 giorni in questo periodo è stata catturata una sola specie di *Gasteruption*: *Gasteruption jaculator* (Linnaeus, 1758) (Fig. 5): 5 individui nel periodo 03.08-31.08.2012 ed un solo esemplare nel periodo 31.08-22.09.2012. Nessun esemplare fu catturato nel 2011. Nessuna specie



Figura 5: Vista laterale di *Gasteruption jaculator* (Linnaeus, 1758). Sopra: maschio, sotto: femmina.

di *Gasteruption* era stata osservata a Montecristo in precedenti studi [5, 14].

In precedenza una trappola Malaise, messa in funzione nel periodo giugno-settembre 1999, sempre in località "la Villa" a cala Maestra, aveva catturato 2 femmine di *Gasteruption diversipes* (Abeille de Perrin, 1879), [5]. Si tratta di specie ampiamente distribuita ed osservata anche in Sardegna, Corsica e Sicilia: è conosciuta come parassitoide di *Hyleus* sp. (Colletidae), *Eumenes* sp., *Odynerus* sp. (Eumenidae) [26]. Tuttavia nessun esemplare di *Gasteruption diversipes* è stato catturato sia nel 2011 che nel 2012. Questo risultato negativo, ma non conclusivo, potrebbe evidenziare un evento di estinzione locale seguita ad una introduzione accidentale. Questa interpretazione è supportata dal notevole numero di possibili ospiti di entrambe le specie catturati nel 2011.

Hymenoptera Scoliidae

Fanfani [4] cita la presenza della sola *Megascolia flavifrons* (Fabricius, 1775); presenza confermata anche da Generani et al. [5]. Più recentemente Generani et al [7] segnalano la presenza a Montecristo di *Megascolia flavifrons* e delle due sottospecie di *Scolia hirta* (Schrank, 1781): *Scolia hirta hirta* (Schrank, 1781) e *Scolia hirta unifasciata* Cyrillo, 1787. La tassonomia di questa specie è sempre stata problematica [24, 25]. La



Figura 6: A sinistra, maschio di *Scolia hirta unifasciata* Cyrillo, 1787 (Elba, Porto Azzurro, 2.09.2001); a destra, femmina di *Scolia hirta hirta* (Schrank, 1781) (Ponteginori (PI), 22.07.2010).

contemporanea presenza sintopica delle due ssp. su una piccola isola renderebbe problematico il reale status delle due sottospecie, che si distinguono per la presenza di una o due fasce gialle sul metasoma, altrimenti di colore nero (Fig. 6). In effetti dal riesame del materiale raccolto nel 1998-2000 e di quello catturato nel 2011-2012 non risulta la cattura di esemplari di *Scolia hirta hirta* (Schrank, 1781) ma solo di numerosi individui, maschi e femmine di *Scolia hirta unifasciata*. In aggiunta circa il 38% degli esemplari presenta una piccola macchia gialla sul disco del secondo

tergite del metasoma (Fig. 6). Si tratta probabilmente di una morpho di origine genetica, che propongo di chiamare *Scolia hirta unifasciata m. maculata*.

È da notare che la presenza della ssp. nominale *hirta hirta* è confermata per la Corsica, inoltre è presente in provincia di Pisa (San Rossore, Lustignano, Ponteginori) ed in Sardegna. La presenza di *S. hirta unifasciata*. è invece confermata per la Corsica. Nel Museo di Storia naturale di Calci è conservato un maschio di *S. hirta unifasciata m. maculata* catturato in Corsica (Foret de



Figura 7: Esemplari maschili di *Scolia hirta unifasciata morpho maculata*, di Montecristo; catturati rispettivamente il 06-26.06.2012, a sinistra ed il 10-25.06.1999, a destra.

l'Ospedale, 9.VII.1998, Leg. G. Pagliano).

Da questo dato si evince che *S. hirta unifasciata* m. *maculata* non è un endemismo dell'isola di Montecristo, sebbene presente in circa un terzo degli individui.

Le numerose catture effettuate nel 2011 e 2012 dalle trappole Malaise aggiungono nuovi dati sulla fenologia degli Scolioidei dell'isola. Nelle due stagioni furono catturati numerosi individui di Scolioidei; rispettivamente 38 di *Megascolia flavifrons* e 37 di *Scolia hirta unifasciata* e *Scolia hirta unifasciata* m. *maculata*

La ricca presenza di questi grossi Imenotteri, con la contemporanea abbondanza di *Bombus terrestris*, osservata nel 2011 e 2012, ma non nel 1998-2000 potrebbe essere correlata alla recente campagna di derattizzazione intrapresa dall'amministrazione del parco. Si tratta infatti in entrambi i casi di specie di notevoli dimensioni, le cui larve si sviluppano nel terreno e probabilmente sono predate dai roditori. Nel 2012 il numero di Scolie catturate è ulteriormente aumentato suggerendo che il prelievo della trappola è trascurabile e non incide sulla popolazione.

L'andamento stagionale delle catture è riassunto nella Fig. 8.

Entrambe le specie mostrano il massimo di presenze in maggio-giugno, un calo vistoso nel pieno dell'estate ed una ricomparsa in autunno per *Scolia hirta*.

La relazione area-specie per l'arcipelago toscano degli Imenotteri Scolioidei è mostrata in Fig. 9.

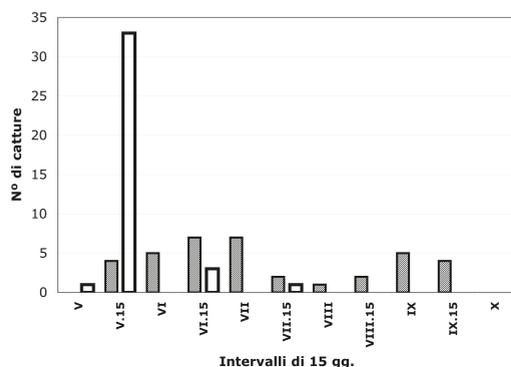


Figura 8: Fenologia di *Megascolia flavifrons* (Fabricius, 1775) (barre vuote) e di *Scolia hirta unifasciata* e di *morpho maculata* (barre punteggiate) osservata a Montecristo nel 2011-2012.

I dati di due isole (Giglio e Pianosa) sono non in linea. In particolare l'isola del Giglio è fuori dal limite superiore.

Il Giglio è l'isola di gran lunga meglio studiata e per la quale disponiamo di dati storici attendibili. Quando, un secolo dopo, è stato ripreso lo studio degli Imenotteri dell'isola nell'ambito del progetto UE-Interreg II, diverse specie segnalate da Doria non sono state ritrovate [17]. È possibile che questo impoverimento sia da attribuire allo sviluppo turistico del XX secolo, ma potrebbe essere intrinseco alla dinamica delle popolazioni insulari [11].

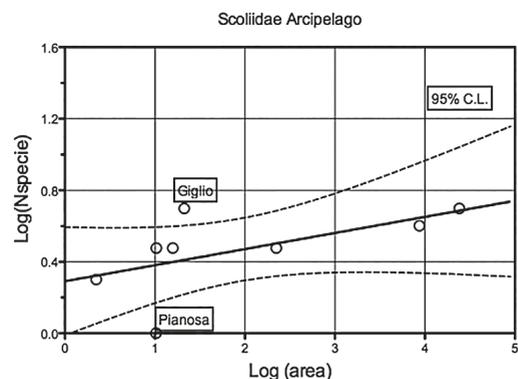


Figura 9: Relazione Specie-Area (SAR) degli Imenotteri Scolioidei nell'arcipelago toscano: la linea tratteggiata mostra il limite di confidenza del 95%.

Hymenoptera Tphiidae

Un'altra specie di Imenottero scolioideo, appartenente alla famiglia Tphiidae è risultata essere molto comune e catturata in molti esemplari. Si tratta di *Meria tripunctata* Rossi, 1790 (Fig. 10) ed è una specie diffusa in tutta Italia. Le larve di *M. tripunctata* sono parassitoidi di larve di Coleotteri Tenebrionidi. Nel 2011 la trappola Malaise ne catturò oltre 60 esemplari, altrettanti nel 2012. *M. tripunctata* è da considerare uno degli insetti più comuni e caratteristici e caratteristici dell'isola.

Hymenoptera Apoidea

La conoscenza degli Apoidea dell'isola di Montecristo era quantomai limitata. Nel lavoro riassuntivo di Generani [6] sono citate solo tre specie: *Hylaeus annularis* (Kirby, 1802), *Hylaeus*



Figura 10: Esemplare di *Meria tripunctata* Rossi, 1790 catturato a Montecristo nel periodo 11.08-11.09.2011.

annulatus (Linnaeus, 1758), *Xylocopa violacea* (Linnaeus, 1758). Nel volume di Pavan [14] sono citate 5 sole specie: *Hylaeus annulatus* (Linnaeus, 1758); *Hylaeus annularis* (Kirby, 1802); *Xylocopa violacea* (Linnaeus, 1758); *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758); in più una specie non identificata di *Halictus*. Generani et al. [5] aggiungono *Halictus gemmeus* Dours, 1872.

Nella stagione 2011 la trappola ha catturato un grande numero di individui di Apoidea (531), mentre nel 2012 questo numero si è notevolmente ridotto (69). Complessivamente i 600 esemplari sono risultati appartenere a 28 specie come riassunto nella Tab. 3. Si è osservata una notevole differenza di catture nelle due stagioni 2011 e 2012, in buona parte imputabile ai *bloomings* di *Halictus smaragdulus*, *Lasioglossum convexiusculum* e *Lasioglossum planulum*, per i quali le catture si sono ridotte di circa il 90% nel 2012. È da notare che nel caso degli Scolioidei, ed in particolare di *Meria tripunctata*, questa riduzione di catture non si è verificata nel 2012. In Fig. 12 è mostrata la composizione percentuale delle catture. Il numero di specie, accumulato nei diversi intervalli di raccolta delle trappole, è stato interpolato con la funzione asintotica di Michaelis

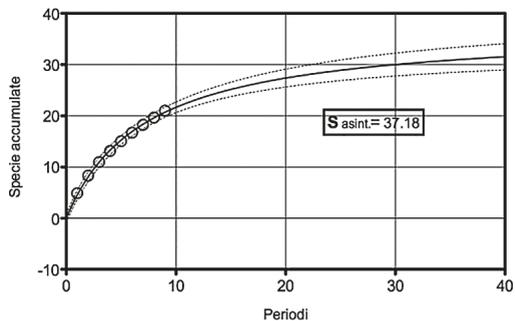


Figura 11: Numero di specie di Apoidea accumulato nel 2011-2012. Le righe tratteggiate mostrano i valori previsti nel limite di confidenza del 95%.

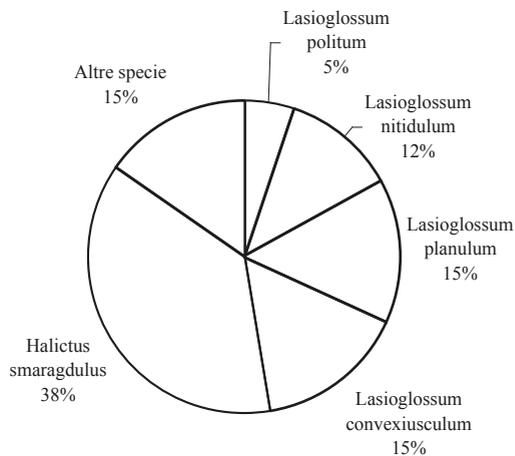


Figura 12: Composizione percentuale degli Apoidea più frequenti a Montecristo negli anni 2011 e 2012.

Menten, come mostrato in Fig. 11. Il valore asintotico fa prevedere la presenza a Montecristo di circa 37 specie di Apoidea. Questo numero è in buon accordo con i risultati della Tab. 3. Alcune delle specie precedentemente segnalate non sono state catturate dalle trappole, e precisamente: *Halictus gemmeus* Dours, 1872; *Hylaeus annularis* (Kirby, 1802); *Hylaeus annulatus* (Linnaeus, 1758); *Xylocopa violacea* (Linnaeus, 1758): tutte osservate nel 1998. Non è dato confermare se queste specie si sono localmente estinte. Complessivamente il numero delle specie segnalate per Montecristo sale a 32, elencate nella

Tabella 3: Elenco degli insetti catturati negli anni 2011 e 2012

Apoidea di Montecristo, catturati nel 2011 e 2012		2011	2012
1	<i>Andrena tscheki</i> Morawitz, 1872		1
2	<i>Anthocopa bidentata</i> Morawitz, 1876	16	1
3	<i>Anthocopa croatica</i> Friese, 1893	1	
4	<i>Anthophora retusa</i> (Linnaeus, 1758)		1
5	<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)		2
6	<i>Bombus xanhopus</i> Kriechbaumer, 1870		10
7	<i>Halictus smaragdulus</i> Vachal, 1895		6
8	<i>Halictus smaragdulus</i> Vachal, 1895	217	9
9	<i>Heriades crenulatus</i> Nylander, 1856		1
10	<i>Heriades truncorum</i> Linnaeus, 1758	6	4
11	<i>Hylaeus lineolatus</i> (Schenck, 1861)	10	1
12	<i>Hylaeus variegatus</i> (Fabricius, 1798)	4	
13	<i>Lasioglossum convexiusculum</i> (Schenck, 1853)	87	5
14	<i>Lasioglossum marginellum</i> (Schenck, 1853)		2
15	<i>Lasioglossum minutulum</i> (Schenck, 1853)		2
16	<i>Lasioglossum nigripes</i> (Lepeletier, 1841)		1
17	<i>Lasioglossum nitidulum</i> (Fabricius, 1804)	68	3
18	<i>Lasioglossum planulum</i> (Perez, 1903)	80	9
19	<i>Lasioglossum politum</i> (Schenck, 1853)	27	4
20	<i>Lasioglossum quadrisignatum</i> Schenck, 1853	12	
21	<i>Lasioglossum semilucens</i> (Alfken, 1914)		1
22	<i>Lasioglossum tricinctum</i> (Schenck, 1874)		2
23	<i>Osmia hyperborea</i> Tkalcu, 1983	1	
24	<i>Osmia parietina</i> Curtis, 1828		1
25	<i>Sphecodes</i> sp.		1
26	<i>Sphecodes puncticeps</i> Thomson, 1870	1	
27	<i>Stelis breviscula</i> Nylander, 1848	1	
28	<i>Tetralonia alticincta</i> Lepeletier, 1841		2
	Somma	531	69

Tab. 4. In genere si tratta di specie diffuse in Europa, nell'area mediterranea e nel Nord-Africa. Tutte sono anche segnalate delle isole maggiori (Sicilia e Sardegna) ad eccezione delle seguenti: *Anthocopa bidentata* Morawitz, 1876; *Anthocopa*

croatica Friese, 1893; *Hylaeus lineolatus* (Schenck, 1861); *Lasioglossum convexiusculum* (Schenck, 1853); *Lasioglossum quadrisignatum* Schenck, 1853; *Tetralonia alticincta* Lepeletier, 1841, che sono conosciute solo dell'Italia continentale [12].

Tabella 4: Elenco delle 32 specie di Apoidea segnalate sino al 2012 nell'Isola di Montecristo.

Apoidea dell'isola di Montecristo			
1	<i>Andrena tscheki</i> Morawitz, 1872	17	<i>Lasioglossum marginellum</i> (Schenck, 1853)
2	<i>Anthocopa bidentata</i> Morawitz, 1876	18	<i>Lasioglossum minutulum</i> (Schenck, 1853)
3	<i>Anthocopa croatica</i> Friese, 1893	19	<i>Lasioglossum nigripes</i> (Lepelletier, 1841)
4	<i>Anthophora retusa</i> (Linnaeus, 1758)	20	<i>Lasioglossum nitidulum</i> (Fabricius, 1804)
5	<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	21	<i>Lasioglossum planulum</i> (Perez, 1903)
6	<i>Bombus xanhopus</i> Kriechbaumer, 1870	22	<i>Lasioglossum politum</i> (Schenck, 1853)
7	<i>Halictus gemmeus</i> Dours, 1872	23	<i>Lasioglossum quadrisignatum</i> Schenck, 1853
8	<i>Halictus smaragdulus</i> Vachal, 1895	24	<i>Lasioglossum semilucens</i> (Alfken, 1914)
9	<i>Halictus smaragdulus</i> Vachal, 1895	25	<i>Lasioglossum tricinctum</i> (Schenck, 1874)
10	<i>Heriades crenulatus</i> Nylander, 1856	26	<i>Osmia hyperborea</i> Tkalcu, 1983
11	<i>Heriades truncorum</i> Linnaeus, 1758	27	<i>Osmia parietina</i> Curtis, 1828
12	<i>Hylaeus annularis</i> (Kirby, 1802)	28	<i>Specodes</i> sp.
13	<i>Hylaeus annulatus</i> (Linnaeus, 1758)	29	<i>Sphecodes puncticeps</i> Thomson, 1870
14	<i>Hylaeus lineolatus</i> (Schenck, 1861)	30	<i>Stelis breviscula</i> Nylander, 1848
15	<i>Hylaeus variegatus</i> (Fabricius, 1798)	31	<i>Tetralonia alticincta</i> Lepelletier, 1841
16	<i>Lasioglossum convexiusculum</i> (Schenck, 1853)	32	<i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758):

Scorpiones Euscorpidae

Le trappole malaise catturano quasi esclusivamente insetti volatori. Insetti atteri sono casualmente catturati durante i loro spostamenti. È stata una notevole sorpresa ritrovare nel

materiale catturato un bell'esemplare dello scorpione di Montecristo: *Euscorpium oglasae* Di Caporiacco, 1950 (Fig. 13).

Sino a tempi recenti questa entità era stata ritenuta una sottospecie della più comune *Euscorpium*



Figura 13: Individuo di *Euscorpium oglasae* Di Caporiacco, 1950 catturato dalla trappola Malaise a Montecristo nel periodo 5-31.08.2012. A sinistra vista dorsale, a destra ventrale.

carpathicus Linnaeus, 1767, conosciuto d'Italia, Sicilia e Corsica, e considerato affine alla ssp. *Euscorpius tergestinus* Koch, 1837 ssp. *corsicanus* Di Caporiacco, 1950, forma endemica della Corsica [4]. Recentemente un accurato riesame del materiale disponibile ha portato alla conclusione che *Euscorpius oglasae* Di Caporiacco, 1950 deve essere considerato una buona specie endemica dell'Isola di Montecristo [27]. *E. oglasae* è una specie igrofila, ed in precedenza era stato trovato nella sola area umida dell'isola, a Cala Maestra presso la casa dei custodi, sotto la corteccia di *Pinus* e di *Eucalyptus*. Nell'isola sembra essere localizzato in poche aree (Colle dei Lecci). *E. oglasae*, può considerata specie a rischio di estinzione.

Ringraziamenti

Desideriamo vivamente ringraziare i sigg. Marsiaj, custodi a Montecristo, senza la cui attenta e precisa gestione delle trappole nel 2011-12 questi risultati non sarebbero stati possibili.

Bibliografia

- [1] Aspöck H., Aspöck U., Hölzel U., 1980 - Die Neuropteren Europas - Goecke & Everts, Krefeld: vol. I, 495 pp.; vol. II, 355 pp.
- [2] Capra F., 1976 - Quanto si sa sugli Odonati e Neurotteri dell'Arcipelago Toscano - *Lavori della Soc. It. di Biogeografia*. N.S. vol. V, 1974 (1976): 541-560, 2 tavv.
- [3] Dapporto L., Wolf H., Strumia F., 2006. Recent geography determines the distribution of some flying Hymenoptera in the Tuscan Archipelago. *Journal of Zoology*, 272: 37-44.
- [4] Fanfani A., Groppali R., 1979 - La Fauna di Montecristo - Arc. Toscano - Pubbl. Ist. Entomol. Univ. Pavia, 9: 1-52.
- [5] Generani M., Pagliano G., Scaramozzino P., Strumia F., 1998. Nuovi Imenotteri dell'Isola di Montecristo. *Frustula Entomologica* 21(34): 75-83.
- [6] Generani M., Pagliano G., Scaramozzino P., Strumia F., 2001. Gli Imenotteri delle isole di Capraia, Giglio, Gorgona, Pianosa e Montecristo (Arcipelago toscano).
- [7] Generani M., Scaramozzino P., 2002. Sapygidae, Tiphidae, Methochodae e Scoliidae (Insecta Scoliidea) di Corsica, Sardegna, coste ed isole toscane. Actes: Congrès International Environment et Identité en Méditerranée, Corte, Corse: 153-158.
- [8] Hölzel H., 1974 - Zwei neue Chrysopiden-Arten aus Südwesteuropa (Planipennia, Chrysopidae) - *Entomol. Z.*, 84(23): 257 - 60.
- [9] Insom, E.; Terzani, F. 2012. Nuovi dati di Rafiotteri e Neurotteri per l'Arcipelago Toscano (Insecta Raphidioptera Raphidiidae, Neuroptera Chrysopidae, Myrmeleontidae). *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna* 35: 157-161.
- [10] Letardi, A.; Cristofaro, M. 2005. Nota su alcuni Neuroptera di Toscana, Umbria e Marche (Insecta Neuropterida) (Italia). *Proceedings XX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Perugia-Assisi 13-18 Giugno 2005* 453 pp: 87.
- [11] MacArthur R.H., Wilson E.O., 1967 - The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, 203 pp.
- [12] Pagliano G., 1995. Hymenoptera Apoidea. In: Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (eds.), *Checklist delle specie della fauna italiana*, 106. Calderini, Bologna.
- [13] Paoli P., 1976. Aspetti fitogeografici dell'Isola di Montecristo. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia* 5: 27-54.
- [14] Pavan M., 1989. Isola di Montecristo Riserwa Naturale. *Corpo Forestale dello Stato: Collana verde* 77: 1-125.
- [15] Scheiner S.M., 2003. Six Types of Species-Area Curves. *Global Ecology and biogeography* 12: 441-447.
- [16] Connor, Mc Coy, 1979. The Statistics and Biology of the Species-Area Relationship. *The American Naturalist*, 113: 791-833.
- [17] Strumia F., Dapporto L., Wolf H., 2005. Hymenoptera Chrysidae e Pompilidae Dell'arcipelago Toscano. *Frustula Entomologica* 28 (41): 172-187.
- [18] Triantis K.A., Guilhaumon F., Whittaker R.J., 2012. The Island Species–Area Relationship: Biology and Statistics. *Journal of Biogeography*, 39: 215-231.
- [19] Rosenzweig M.L., 1995. Species Diversity in Space and Time. Cambridge, 436 pp.
- [20] Strumia F., 2003. New and Rare Hedychrydium species from Italy and Mediterranean Islands. *Ital J. Zool.* 70: 191-198.
- [21] Strumia F., Pagliano G., Wolf H. 2007.

Mutillidae, Chrysididae e Pompilidae dell'isola dell'Asinara (Sardegna, Italia). *Frustula Entomologica* 30 (43): 47-53.

[22] Mantero G. 1905a. Materiali per una fauna dell'Arcipelago Toscano. Isola del giglio II. Tre nuovi imenotteri ed un caso di melanismo. *Annali Museo civico di Storia naturale di Genova*, s. 3, 1 (41): 449-454.

[23] Mantero G. 1905b. Materiali per una fauna dell'Arcipelago Toscano. Isola del giglio IV. Catalogo degli Imenotteri. Parte I. *Annali Museo civico di Storia naturale di Genova*, s. 3, 2 (42): 40-86.

[24] Guiglia D., Capra F., 1934. Revisione delle forme italiane del sottogenere *Scolia*. *Bollettino della Società entomologica italiana* 66: 112-124.

[25] Pagliano G., 1987 - Methochidae e Scoliidae

italiani. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 37: 157-181.

[26] Pagliano G., Scaramozzino P.L., 2000. Gasteruptiidae italiani (Hymenoptera Evanioidea). *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino*, 17: 5-38.

[27] Vignoli V., Salomone N., Cicconardi F., Bernini F., 2007. The scorpion of Montecristo, *Euscorpheus oglasae* Di Caporiacco, 1950, stat. nov. (Scorpiones, Euscorpidae): a paleo-endemism of the Tuscan Archipelago (northern Tyrrhenian, Italy). *C. R. Biologies*, 330: 113-125.

[28] Strumia F., 2011. Observation of the Circadian Biorhythm in Some Insects Groups: *Atti della Soc. Toscana Sc. Nat. Memorie*, Serie B 212: 129-134.

Il suolo come sistema biologico ed il ruolo della radice

Paolo Nannipieri^{1*}

Parole chiave: ambiente terrestre; radici; comunità microbiche; DNA; proteine; essudati radicali; interazioni pianta, microorganismi e fauna

Il suolo è un sistema biologico particolare caratterizzato da una biomassa e diversità microbica elevate, con le popolazioni microbiche distribuite in modo eterogeneo spesso concentrate “in oasi” in una landa desolata. Le popolazioni microbiche (batteri e funghi principalmente) svolgono tutte le reazioni conosciute e sono responsabili della degradazione di tutti i composti organici anche quelli sintetizzati dall'uomo per i quali mancano i geni codificanti gli enzimi responsabili di tali processi degradativi. Due ipotesi sono suggerite per spiegare tale fenomeno: a) la presenza di enzimi aspecifici (ad esempio, ligninasi) capaci di degradare composti organici resistenti alla degradazione come la lignina e composti organici sintetizzati dall'uomo come la diossina; b) mutazioni genetiche nella cellula microbica con acquisizione di geni sintetizzanti gli enzimi richiesti per il processo degradativo. Le popolazioni batteriche e fungine sono componenti di complesse catene trofiche che coinvolgono la fauna del suolo. La presenza di particelle inorganiche ed organiche dotate di cariche elettrostatiche sulle loro superfici, oltre ad impedire il dilavamento di nutrienti necessari alla vita vegetale, è la causa di adsorbimento di importanti molecole biologiche quali proteine (enzimi) e acidi nucleici con il risultato di avere una carica enzimatica extracellulare indipendente da quella cellulare e la presenza di geni extracellulari che possono rimanere per un periodo di tempo più o meno lungo nel suolo per poi essere integrati nel genoma di cellule batteriche competenti.

Le piante assorbono, attraverso le radici, quasi tutti i nutrienti di cui necessitano dal suolo. Le radici sono capaci di localizzare i nutrienti e di “colloquiare” con i microorganismi benefici mediante le secrezioni radicali. Le simbiosi radicali benefiche, quali, ad esempio quelle che interessano i batteri azoto fissatori e le leguminose, si instaurano dopo un “colloquio molecolare incrociato tra cellule batteriche e radice. La pianta può arrivare ad investire il 40% del carbonio fissato attraverso il processo fotosintetico nelle rizod deposizioni, che comprendono anche secrezioni, essudati e residui radicali inclusi composti che funzionano da messaggi molecolari. Il compito dell'agricoltura attuale è quello di favorire le interazioni tra microorganismi benefici e colture e di evitare invece l'attacco di microorganismi patogeni mediante pratiche agronomiche ecocompatibili.

Introduzione

La percezione generale del suolo è quella di un sistema che serve ad ancorare le piante ed è usato come riparo da rettili, insetti, mammiferi, etc. Ciò dipende in gran parte dal fatto che lo studio del suolo è affrontato solamente nei curricula didattici dei corsi accademici di studio agrari e forestali. Nonostante lo spazio dato agli insegnamenti di botanica, ad esempio,

lo studio del suolo non è inserito nei corsi di laurea di scienze biologiche e naturali sebbene la vita delle piante dipenda dal suolo. Per i geologi il suolo è la sottile pellicola che riveste la geosfera. Grazie alla Società Italiana di Scienza del Suolo qualcosa è stato fatto per affrontare il problema di una maggiore conoscenza del suolo a livello di scuola media inferiore e superiore. Conoscere la complessità del sistema suolo significa comprendere la funzionalità di un sistema complesso dal

punto di vista chimico, fisico e biologico con possibilità di migliorare dal punto di vista sostenibile i sistemi agrari e forestali, la qualità del cibo e la salute dell'ambiente terrestre. È tale la complessità del sistema suolo che nei Dipartimenti di Scienza del Suolo delle Università straniere esistono diversi insegnamenti: Fisica del Suolo, Chimica del Suolo, Microbiologia e Biochimica del Suolo, Biologia del Suolo, Classificazione e Genesi del Suolo, per citarne alcuni.

Il suolo è un sistema a tre fasi per la presenza di una fase solida, gassosa e liquida. Alcune particelle del suolo sono caricate negativamente e/o positivamente e questo consente di trattenere anioni e cationi importanti per la nutrizione vegetale nello strato di suolo esplorato dalle radici. Se così non fosse, cationi importanti per la nutrizione vegetale quali il calcio, ammonio e magnesio, tanto per fare alcuni esempi, sarebbero dilavati raggiungendo la falda acquifera. Inoltre le particelle della fase solida si differenziano per la superficie specifica (espressa come grammi per 100 grammi di solido); ad esempio, le particelle argillose hanno una superficie specifica maggiore di quelle sabbiose; maggiore è la superficie specifica e maggiori sono gli scambi tra la fase solida e le fasi fluide e ciò incide sulla funzionalità globale del sistema suolo. Così la fase liquida che attraversa il suolo può rilasciare sostanze alla fase solida o prenderne; la fase gassosa, l'area tellurica, ha una composizione diversa da quella atmosferica essendo, ad esempio, la concentrazione dell'anidride carbonica maggiore nell'aria tellurica. Il suolo può produrre o consumare metano, uno dei più pericolosi gas serra, e gioca un ruolo rilevante nel bilancio globale di tale gas; la produzione di metano avviene nei terreni sommersi dalle acque, ad esempio nelle risaie; dato il ruolo del riso nella produzione di cibo in parti del mondo densamente popolate, non è possibile eliminare questo tipo di coltura. Per ridurre la produzione di metano da parte delle risaie la ricerca agronomica ha sperimentato con successo varietà di riso che richiedono tempi brevi di sommersione del suolo.

Spero che questi brevi cenni siano stati sufficienti ad illustrare la complessità e l'importanza del sistema suolo nell'ambiente terrestre. Intendo ora discutere: la complessità del suolo come sistema biologico, perché il funzionamento del suolo dipende dalle sue attività biologiche; alcuni aspetti dell'attività radicale che sono essenziali per la

vita della pianta; due esempi di risanamento di terreni inquinati mediati dall'attività delle piante (fitorisanamento) come esempi di ripristino del sistema suolo-pianta in ambienti compromessi dall'inquinamento.

Il suolo come sistema biologico

Il suolo è un sistema unico dal punto di vista biologico per le seguenti caratteristiche:

1) Le popolazioni microbiche (batteri e funghi principalmente) svolgono tutte le reazioni conosciute e sono responsabili della degradazione di tutti i composti organici anche quelli sintetizzati dall'uomo per i quali mancano i geni codificanti gli enzimi responsabili di tali processi degradativi. Due ipotesi sono suggerite per spiegare tale fenomeno: a) la presenza di enzimi aspecifici (ligninasi) capaci di degradare composti organici resistenti alla degradazione come la lignina e composti organici sintetizzati dall'uomo come la diossina; b) mutazioni genetiche nella cellula microbica con acquisizione di geni sintetizzanti gli enzimi richiesti per il processo degradativo. La massa (biomassa) di queste popolazioni è elevata rispetto a quella degli organismi che vivono sul terreno. Uno studioso inglese ha calcolato che, considerando un ettaro di suolo, la massa di organismi che vivono sul suolo è pari a quella di due pecore, mentre la biomassa microbica del suolo è pari in media a quella di 100 pecore. Cioè la biomassa microbica del suolo è in media 50 volte superiore a quella epigea. Inoltre esiste una notevole diversità microbica con migliaia di specie batteriche, in gran parte sconosciute perché non coltivabili in laboratori e quindi non caratterizzabili. L'impiego di moderne tecniche molecolari, basate sulla estrazione del DNA dal suolo e sul successivo sequenziamento ha permesso di scoprire geni che sintetizzano nuovi antibiotici

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università di Firenze, P.le delle Cascine 28, 50144 Firenze
* e-mail: paolo.nannipieri@unifi.it

e nuovi enzimi con importanti ricadute per l'industria farmaceutica e quella biotecnologica. Studiare il suolo per scoprire sostanze che sono importanti per la salute dell'uomo non è un fatto nuovo poiché l'unico studioso del suolo premiato con il Premio Nobel è stato Waksman Selman Abraham. Egli fu insignito del Premio Nobel per la medicina nel 1952 per i suoi studi su antibiotici quali actinomicina, clavicina, streptotricina, streptomycina, grisina e neomicina sintetizzati dai microorganismi del suolo.

2) le popolazioni microbiche non occupano tutto lo spazio disponibile ma solo una minima parte; secondo alcuni lo spazio biologico è inferiore al 5% mentre secondo altri sarebbe minore dell'1% del totale. Infatti solo poche micro nicchie presentano le condizioni ambientali (presenza di nutrienti, pH ottimale, etc.) adatte per la vita delle popolazioni microbiche; quindi queste comunità vivono in "oasi" in una landa desertica. Tra queste "oasi" importante è la parte di suolo che circonda le radici (rizosfera) di cui parlerò in seguito. I

batteri vivono negli strati di soluzione che rivestono le particelle del suolo e queste comunità sono isolate quando il terreno è secco, mentre le comunità possono interagire le une con le altre quando i pori del suolo sono riempiti dall'acqua (Figura 1). Al contrario i funghi, attraverso le ife, possono esplorare l'ambiente suolo in un modo simile a quello delle radici.

3) Il suolo è sede di complesse interazioni trofiche; ad esempio i batteri sono il cibo di collemboli che a loro volta sono prede di acari, i quali possono essere mangiati dalle formiche [2]. I batteri sono anche preda dei protozoi. Si è osservato che dopo un evento piovoso, successivo ad un periodo di relativa aridità, si ha l'aumento del numero dei batteri seguito da un "pascolamento" (traduzione dal termine inglese comunemente usato per indicare la preda dei batteri da parte dei protozoi) dei protozoi che riduce il numero dei batteri; tuttavia, il processo si arresta quando il numero dei batteri scende al di sotto di un certo valore. In questo modo la sequenza degli eventi può riprendere dopo un nuovo evento piovoso. È probabile che ciò avvenga in virtù di una sostanza rilasciata dai batteri nell'ambiente extracellulare e che questa sostanza agisca sul metabolismo dei protozoi. Si è accertato, inoltre, nella rizosfera di piantine di pomodoro che i protozoi preferiscono batteri non utili per la pianta aumentando in questo modo il numero di quelli che hanno un'azione benefica sulla pianta stessa [3].

4) Le particelle del terreno possono adsorbire molecole biologiche importanti quali gli acidi nucleici e gli enzimi [1]. Si è accertato che molecole di DNA possono essere adsorbite da particelle argillose ed in questo modo sono protette dalla degradazione delle nucleasi e quindi possono rimanere nell'ambiente extracellulare del suolo. Nello stesso tempo possono dare luogo al processo di trasformazione, cioè la molecola di DNA adsorbita dai colloidi può essere inglobata da una cellula batterica e la relativa sequenza di geni inglobata nel patrimonio genetico della cellula stessa. Anche gli enzimi rilasciati nell'ambiente extracellulare possono essere adsorbiti dalle particelle del suolo ed essere in questo modo protetti dall'azione degradante delle proteasi senza perdere la loro attività. Siccome l'adsorbimento degli enzimi da parte delle particelle del suolo aumenta

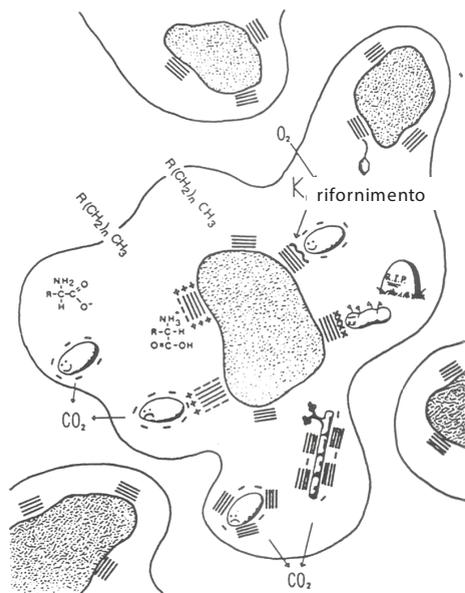


Figura 1: Rappresentazione dei films di acqua che circondano le particelle solide del suolo con fillosilicati (argille), sostanze organiche e cellule batteriche sulla superficie delle particelle stesse.

la loro resistenza alla denaturazione termica, essi possono rimanere attivi anche in condizioni che limitano l'attività microbica.

5) Diverse particelle del suolo, ad esempio ossidi di ferro e di manganese, manifestano un'attività di catalizzatori simile a quella degli enzimi; si pensa che il loro contributo al funzionamento metabolico del suolo sia scarso eccetto quando le condizioni limitano l'attività microbica.

6) Si è osservato che il numero dei virus del suolo è più elevato di quello dei batteri e che la maggior parte dei virus sono batteriofagi, cioè devono infettare una cellula batterica per riprodursi. Data la distribuzione eterogenea e la piccolissima percentuale di volume occupata dai batteri un virus ha poche possibilità di infettare una cellula batterica. Comunque il ruolo dei virus nei processi biologici e quindi il contributo alla funzionalità del suolo è completamente sconosciuto.

L'attività radicale ed i colloqui molecolari tra piante e microorganismi

La pianta può rilasciare nel suolo sino al 40% del carbonio che riesce a fotosintetizzare. Oltre ad essere una fonte di nutrienti per la microflora eterotrofa, i composti rilasciati dalla radice hanno svariati compiti. Ad esempio la mucillagine, oltre a permettere lo scivolamento della radice nel suolo, facilita l'assorbimento dell'acqua in quanto composto idrofilo e quindi aumenta la quantità di acqua intorno alle radici; la mucillagine e gli essudati radicali, quali il citrato, malato, ossalato e composti fenolici, chelano e quindi bloccano nell'ambiente extracellulare, ad esempio nell'apoplasto, il catione alluminio che è altamente tossico per la pianta impedendo in questo modo l'assorbimento da parte della radice [3]. Gli essudati radicali, in genere composti organici a basso peso molecolare, quali quelli menzionati sopra, hanno anche la funzione di chelare i nutrienti per aumentare la loro disponibilità alla pianta. I siderofori, composti organici azotati, sono i più potenti chelanti del ferro e vengono rilasciati dalle graminacee in condizioni di ferro carenza. Una volta che il ferro è chelato, la cellula radicale assorbe il chelato al suo interno; questo chelato viene scisso e la molecola di fitosideroforo può essere di nuovo

rilasciata nell'ambiente extracellulare per chelare un altro catione ferro [3]. Altri essudati radicali quali le fitoalesine hanno una funzione protettiva contro i patogeni.

Senza altro l'aspetto più affascinante delle relazioni pianta-microorganismi, e solo in minima parte compreso, è quello dei colloqui molecolari tra radici e microorganismi del suolo. Sono detti colloqui molecolari perché coinvolgono il rilascio di molecole da parte della radice e del microorganismo coinvolto nella interazione con la pianta. Il colloquio molecolare maggiormente compreso è quello che si instaura tra i rizobi e le leguminose [3] e che porta all'infezione radicale con formazione dei tubercoli radicali; ad esempio, si possono osservare queste leggere protuberanze nelle radici di piantine di trifoglio in primavera; spaccando questi tubercoli appare una leggera colorazione rossastra dovuta alla leghemoglobina che ha una struttura chimica simile alla emoglobina del sangue. Questi tubercoli sono responsabili del processo di azoto fissazione, cioè della conversione dell'azoto atmosferico in azoto ammoniacale che poi viene trasformato in azoto amminico. Occorre sottolineare che il processo di conversione industriale dell'azoto atmosferico in azoto ammoniacale comporta l'impiego di alte pressioni ed elevate temperature con una notevole spesa energetica, mentre il processo di azoto fissazione biologica avviene a pressioni e temperature ambientali grazie ad un complesso enzimatico piuttosto complesso, la nitrogenasi, sintetizzato dai batteri azoto fissatori [4]. Alcuni flavonoidi rilasciati dalle radici delle leguminose raggiungono i rizobia, batteri azoto fissatori, ed attivano i geni *nod* che portano alla sintesi ed al rilascio di lipopolisaccaridi e di sostanze ormonosimili, quali la lecitina, da parte delle cellule batteriche; queste sostanze una volta raggiunta la radice inducono delle trasformazioni nei relativi tessuti da permettere l'infezione dei peli radicali da parte del Rizobio; in virtù della interazione con le sostanze batteriche i peli radicali si incurvano ad accogliere la cellula batterica [4]. Dopo la rottura della parete del pelo radicale, le cellule batteriche si diffondono all'interno della corteccia con formazione di filamenti di infezione. La infezione batterica stimola la suddivisione delle cellule corticali dei tessuti radicali con formazione di cellule che contengono i batteri e da cui poi si originano i tubercoli.

I flavonoidi sono anche coinvolti in altri processi di infezioni benefiche delle radici; ad esempio nella simbiosi tra micorrizze e piante [3]. In queste simbiosi il fungo micorrizico facilita l'assorbimento radicale di nutrienti importanti quali, ad esempio, il fosforo, mentre la pianta cede una parte del suo fotosintetizzato al fungo come fonte di energia per compiere i processi metabolici inclusi quelli che aiutano la nutrizione della pianta.

Le interazioni benefiche possono essere anche di tipo indiretto perché i composti rilasciati dalle radici sono metaboliti essenziali per la sintesi di fitormoni da parte di specie batteriche della rizosfera. In altre parole le piante rilasciano questi metaboliti che poi sono usati da alcune specie batteriche per la sintesi di composti, quali, ad esempio, le citochinine e l'etilene che una volta rilasciati nell'ambiente rizosferico influiscono sul metabolismo della pianta.

Fitorisanamento

I terreni possono essere inquinati da sostanze organiche ed inorganiche. Esiste il problema di disinquinare terreni di industrie dismesse od usati da altre attività umane, ad esempio terreni di officine per la riparazione di auto o terreni di distributori di carburanti dismessi all'interno delle città. Il disinquinamento può essere effettuato con metodi fisici, chimici e biologici [4]. La maggior parte di questi metodi si basa sulla rimozione del terreno prima del suo trattamento; una volta che il contaminante è stato eliminato o la sua concentrazione ridotta al di sotto della soglia permessa, il terreno può essere rimesso a posto. Solo alcuni metodi biologici permettono il trattamento *in situ* e quelli che impiegano le piante (fitorisanamento, meglio conosciuto dal termine inglese "*phytoremediation*") consentono anche di evolvere verso un ambiente terrestre con la presenza di vegetazione. Piante che accumulano metalli possono essere impiegate per decontaminare terreni contaminati da metalli pesanti. Naturalmente dipende dal tipo di contaminazione. Talvolta la concentrazione del metallo pesante è troppo elevata ed è necessario un tempo troppo lungo perché il fitorisanamento abbia successo; in questo caso l'impiego della pianta è abbinato ad un intervento con composti chimici che stabilizzano (cioè rendono il metallo pesante in parte insolubile). In

altri casi la presenza di altri inquinanti, oltre al metallo pesante che può essere accumulato dalla pianta, rende problematica la crescita e quindi l'attività assorbente della pianta.

L'attività di risanamento delle piante può anche essere di tipo indiretto come nel caso della degradazione di contaminanti organici ad opera di microorganismi che vivono nel suolo rizosferico. Gli essudati radicali rilasciati dalla pianta funzionano come fonte di energia e nutrienti stimolando la crescita dei microorganismi che degradano il contaminante [5].

Conclusioni

La corretta funzionalità del sistema suolo è essenziale per il funzionamento e per un uso sostenibile a scopi produttivi di ogni ambiente terrestre. Questa funzionalità dipende da diverse proprietà chimiche, fisiche e biologiche con i processi microbici che giocano un ruolo molto importante. Il suolo è, infatti, un sistema biologico piuttosto complesso e le specie che lo abitano sono in gran parte sconosciute.

Il superamento di questo gap (e questo sembra che possa essere ottenuto con l'impiego delle moderne tecniche molecolari) oltre a consentire una migliore conoscenza della funzionalità del suolo può avere delle importanti ricadute su alcune attività poiché queste specie microbiche possono sintetizzare, ad esempio, nuovi antibiotici e nuovi enzimi.

Bibliografia

- [1] P. Nannipieri, J. Ascher, M.T. Ceccherini, L. Landi, G. Pietramellara, G. Renella, *Eur J Soil Sci* 54: 655.
- [2] P. Sequi, *Chimica del Suolo*, Patron editore, Bologna, 1989.
- [3] R. Pinton, Z. Varanini, P. Nannipieri, *The Rhizosphere. Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface*, Second edition, CRC press, Boca Raton, Florida, USA, 2007.
- [4] L. Scarponi, *Biochimica Agraria*, Patron editore, Bologna, 2003.
- [4] N.C. Brady, *The Nature and properties of Soils*, Thirteenth edition, Prentice hall, Upper saddle River, New Jersey, 2002.

Mimetismo animale marino

Ferruccio Chiesa^{1*}

Parole chiave: mimetismo, imitazione, camuffaggio

Le maggiori e più spettacolari strategie mimetiche messe in atto da animali marini a vantaggio sia di prede che di predatori si osservano in acque tropicali, ma anche nel nostro mare numerosi sono gli esempi di mimetismo particolarmente diffuso tra pesci e molluschi. Una adeguata documentazione fotografica ne rileva le caratteristiche essenziali fornendo spunto per una sintetica rassegna dell'argomento.

Introduzione

L'equilibrio che consente la sopravvivenza apparentemente armonica delle varie specie animali e vegetali presenti in un determinato habitat si basa su numerose componenti, tra loro spesso in interrelazione. Tali le capacità fisiche offensive e difensive delle singole specie, le velocità di nuoto, il movimento o l'immobilità, l'agguato e la fuga, l'imitazione da parte di talune prede di aspetti esteriori tipici di pericolosi predatori, la produzione di tossine da riversare nell'ambiente circostante o da accumulare all'interno dell'organismo, i sapori o gli odori disgustosi delle carni, la variabilità del colore delle livree.

Tra queste numerose funzioni particolare importanza riveste il fenomeno del mimetismo di cui vari sono gli aspetti attuativi e le relative classificazioni scientifiche.

Si distinguono infatti le seguenti tipologie di mimetismo, il cui scopo può essere volta a volta aggressivo o difensivo :

Mimetismo criptico (o **batesiano** da Walter Bates, 1825-1892): si osserva nella preda la sorprendente imitazione e la ostentazione fisica di un pericoloso predatore (Figura 1) o di un animale velenoso; in tale caso si parla anche di **Mimetismo fanerico**. Frutto di numerose mutazioni e ricombinazioni genetiche il mimetismo criptico riconosce il duplice aspetto di "omotopia protettiva" (imitazione di oggetti dell'ambiente

e di "omocromia protettiva" (imitazione di colori dell'ambiente). Può così essere ingannato lo schema visivo del predatore, ad evitare lo scatenarsi del suo istinto riflesso di caccia. A rendere più efficace il mimetismo contribuisce molto la mancanza di movimento, dal momento che la percezione ottica del predatore viene ampiamente facilitata da ogni tipo di spostamento compiuto dalla preda. Per questo motivo assai spesso la preda mimetizzata anziché fuggire si immobilizza. In alcune *Oloturie* la difesa viene attuata attraverso la presenza di un sapore disgustoso delle proprie carni.

Mimetismo mulleriano (da Muller, 1878): alcune specie assumono i colori intensi e vistosi di animali non commestibili.

Camouflage : alcuni *Ricci* (Figura 2) ed alcuni *Granchi* si nascondono coprendosi con sassolini o conchiglie; *Raiformi*, *Tracine* e varie specie di *Sogliole* e *Rombi*, celano la loro presenza sotto strati di sabbia (Figura 3).

gli autori

¹ Medico cardiologo ed iperbarico, docente presso il master "Medicina Iperbarica e Subacquea", Scuola Superiore Sant'Anna - CNR - Pisa

* e-mail: cardisub@libero.it

Mimetismo da controombreggiatura: molti pesci, specialmente ad abitudini pelagiche, presentano una colorazione chiara (fino al bianco) nella regione ventrale ed una colorazione bruna (fino al nero) in quella dorsale. Questo contribuisce a renderli poco visibili sia dall'alto che dal basso. La colorazione azzurra di altri pesci serve a confonderne la presenza tra le onde.

Mimetismo da imitazione transitoria : in questo caso la somiglianza mimetica (per colore o forma) sia con l'ambiente che con differenti specie animali viene assunta rapidamente e mantenuta finché necessaria. In questo tipo di mimetismo maestri insuperabili risultano alcuni *Molluschi cefalopodi*, in particolare *Polpo* e *Seppia*, per la grande quantità di cromatofori presenti nella loro epidermide.

Mimetismo emsleyano (o mertensiano): una preda molto velenosa imita una specie meno pericolosa, potendo così ingannare il predatore con esito talora letale.

Mimetismo da omologia di movimento: oltre ad assumere una colorazione ed un aspetto del tutto simili all'ambiente circostante, alcuni animali seguono perfettamente i movimenti che onde o correnti generano sulle strutture mobili imitate (*posidonia, alga, gorgonia*). È il caso dell'*Ippocampo* e del *Pesce ago*, costantemente ondeggianti sul fondo marino in sincronismo con le strutture mobili circostanti (Figura 4).

Anche se l'interesse della presente rassegna è orientato verso le forme di mimetismo marino dei nostri mari, non è possibile occuparsi di questo argomento senza fornire almeno un cenno a quello tropicale: lo faccio attraverso alcuni fotogrammi (Figure 5, 6 e 7) che mostrano gradi estremi di adattamento mimetico all'ambiente.

Meno elaborata, ma altrettanto interessante è la metamorfosi mimetica di pesci e molluschi dei nostri mari. Tra i primi ritroviamo ancora, pur con livree meno mimetiche dei cugini tropicali, gli *Scorpenidi*, nelle specie di *Scorfano rosso* (*Scorphaena scrofa*) e *Scorfano nero* (*Scorphaena porcus*), i *Gobidi* (Figura 8) e le varietà di *Sogliole*. Tra i molluschi sia tropicali che atlanto-mediterranei compaiono gradi estremi e singolari di mimetismo, tali da meritargli il titolo di maestri. Il *Polpo imitatore* (*Thaumoctopus mimicus*) imita

alla perfezione pesci e serpenti utilizzando questa eccezionale capacità volta a volta come offesa o come difesa; ma altrettanto abili, specialmente nella riproduzione esatta dei colori circostanti risultano il polpo (*Octopus vulgaris*, Figura 9) e la seppia (*Sepia officinalis*, Figura 10) nostrani. In quest'ultima figura sono rappresentate tramite 4 fotogrammi scattati di notte a brevissimi intervalli di tempo le imponenti modificazioni di colori prodotte dal timore che l'animale provava di fronte alla mia presenza di fotografo.

Artefice di tali modificazioni è il *cromatoforo*, particolare cellula ramificata presente in quantità variabili nella cute di numerosi animali. Presente in piccole quantità anche nella pelle umana, raggiunge concentrazioni elevatissime nei molluschi cefalopodi. Il *cromatoforo* è caratterizzato dalla presenza citoplasmatica di una elevata quantità di pigmento che può raccogliersi attorno al nucleo (conferendo in questo caso una colorazione chiara fino a bianca alla cute) o spandersi in varia misura nel citoplasma, provocando fini variazioni tonali e zionali del colore cutaneo, che in tempi molto rapidi si adegua a quello dell'ambiente circostante. Si tratta di un meccanismo neuro-umorale molto complesso, a partenza da afferenze visive.

Oltre allo spiccato meccanismo mimetico *Polpo* e *Seppia* possiedono come è noto un ulteriore meccanismo di difesa consistente nella possibilità di emettere un congruo getto di liquido scuro (inchiostro) entro il quale nascondersi.

Alcuni pesci utilizzano la propria trasparenza o le varie tonalità di azzurro della loro livrea per confondersi con il colore dominante delle acque marine, specialmente nella osservazione dal basso (Figure 11 e 12).

Tramite le varie forme di mimetismo alcune specie animali marine riescono dunque a confondersi con l'ambiente nel tentativo di sfuggire a predatori; i predatori stessi, di contro, utilizzano opportuni camuffamenti per attuare improvvisi attacchi ed agguati produttivi. Nel grande capitolo dei mezzi attuati dalla varie specie per la sopravvivenza il mimetismo riveste quindi un ruolo fondamentale, contribuendo efficacemente al mantenimento di un costante ed armonico equilibrio tra gli abitanti di determinati ambienti marini.

Bibliografia a richiesta; fotografie dell'Autore.



Figura 1: Una piccola innocua Murena tropicale (Myrichtys maculosus), appena visibile nella foto, ha assunto le fattezze e la colorazione maculata di un pericoloso serpente marino.



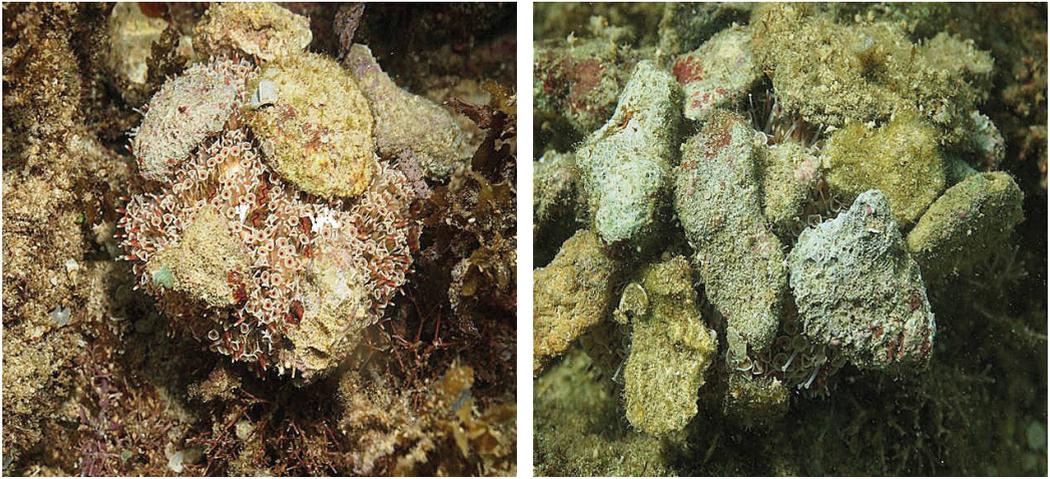


Figura 2: Un Riccio tropicale (Toxopneustes pileolus) parzialmente (a sinistra) e totalmente (a destra) ricoperto di piccole pietre.



Figura 3: Una Tracina tropicale (Trachinotus myops) si nasconde ricoprendosi di sabbia.



Figura 4: Le varie specie di Pesci Ago (Famiglia Syngnathidae), oltre al colore ed alla morfologia simili a quelli di un'alga, compiono movimenti sincroni a quelli dei substrati mobili entro i quali vivono.



Figura 5: Un parente del Cavalluccio marino, l'Ippocampo foglia (Phyllopteryx eques), ospite raro delle coste meridionali dall'Australia, ha modificato il suo aspetto in modo da simulare gli ammassi di alghe entro i quali vive (Fotografia da acquario).



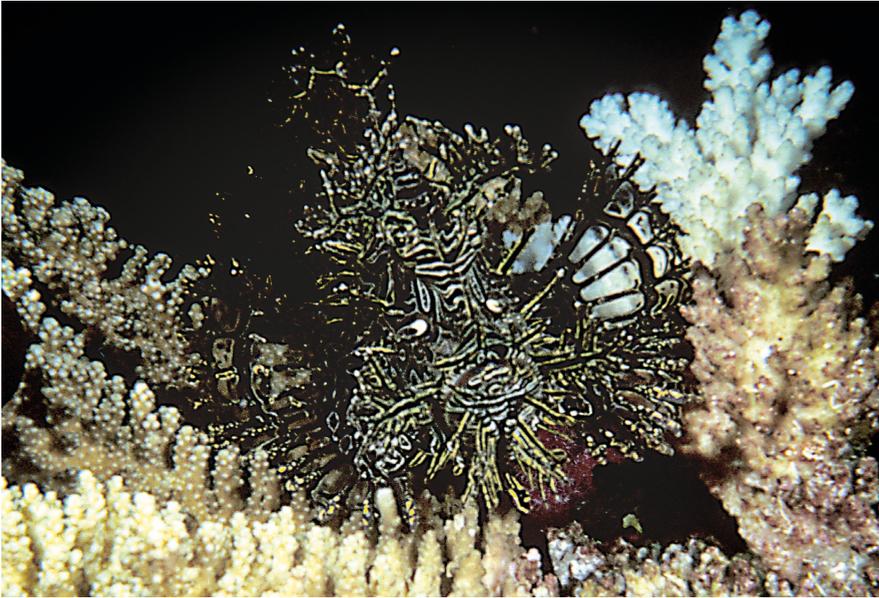


Figura 6: Tra tutti gli Scorpenidi, abili per la maggior parte nell'arte del mimetismo, la palma spetta forse al Pesce erba (Rinopias aphanes), del tutto simile ad un cespuglio di alga e riconoscibile per il colore chiaro degli occhi.

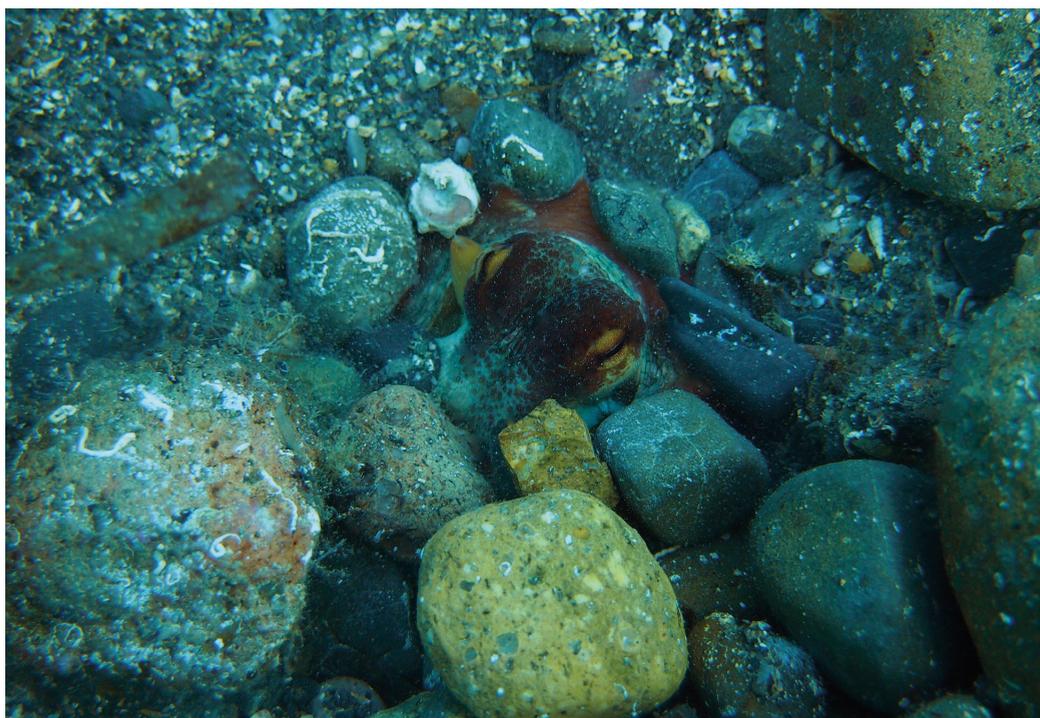


Figura 7: Ancora tra gli Scorpenidi tropicali il pericoloso Pesce pietra (Synanceia verrucosa) immobile e quasi invisibile tende i suoi agguati a piccoli animali che gli si avvicinano.





Figura 8: Confondendo i colori della propria livrea con quelli della sabbia e dei piccoli sassi circostanti un Ghiozzo, comune presenza nelle acque basse del Mediterraneo si affaccia alla propria tana.



*Figura 9: Un Polpo mediterraneo (*Octopus vulgaris*) sporge con la sola testa dalla tana che ha ricoperto di sassi, dei quali ha perfettamente copiato il colore, al punto da risultare quasi invisibile.*



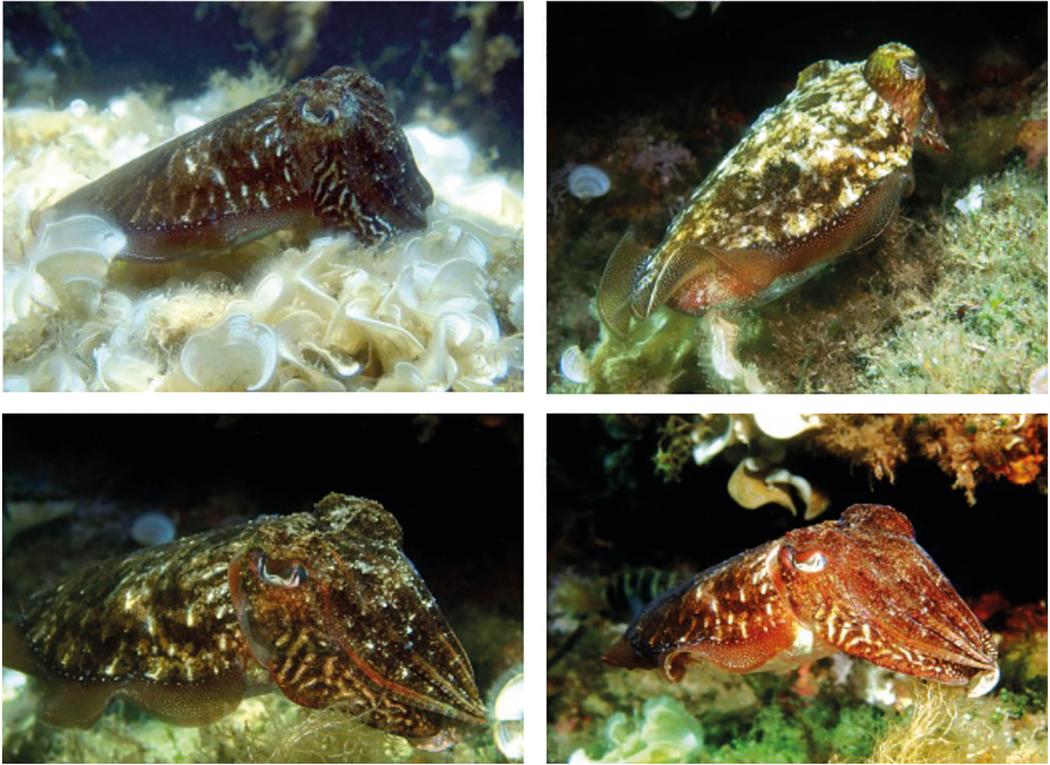


Figura 10: Una Seppia (Sepia officinalis) modifica rapidamente la sua colorazione mimetica (vedi testo).



Figura 11: Alcuni Muggini (Mugil cephalus) si confondono con il fondo sabbioso dalle tonalità azzurro-verdastre.

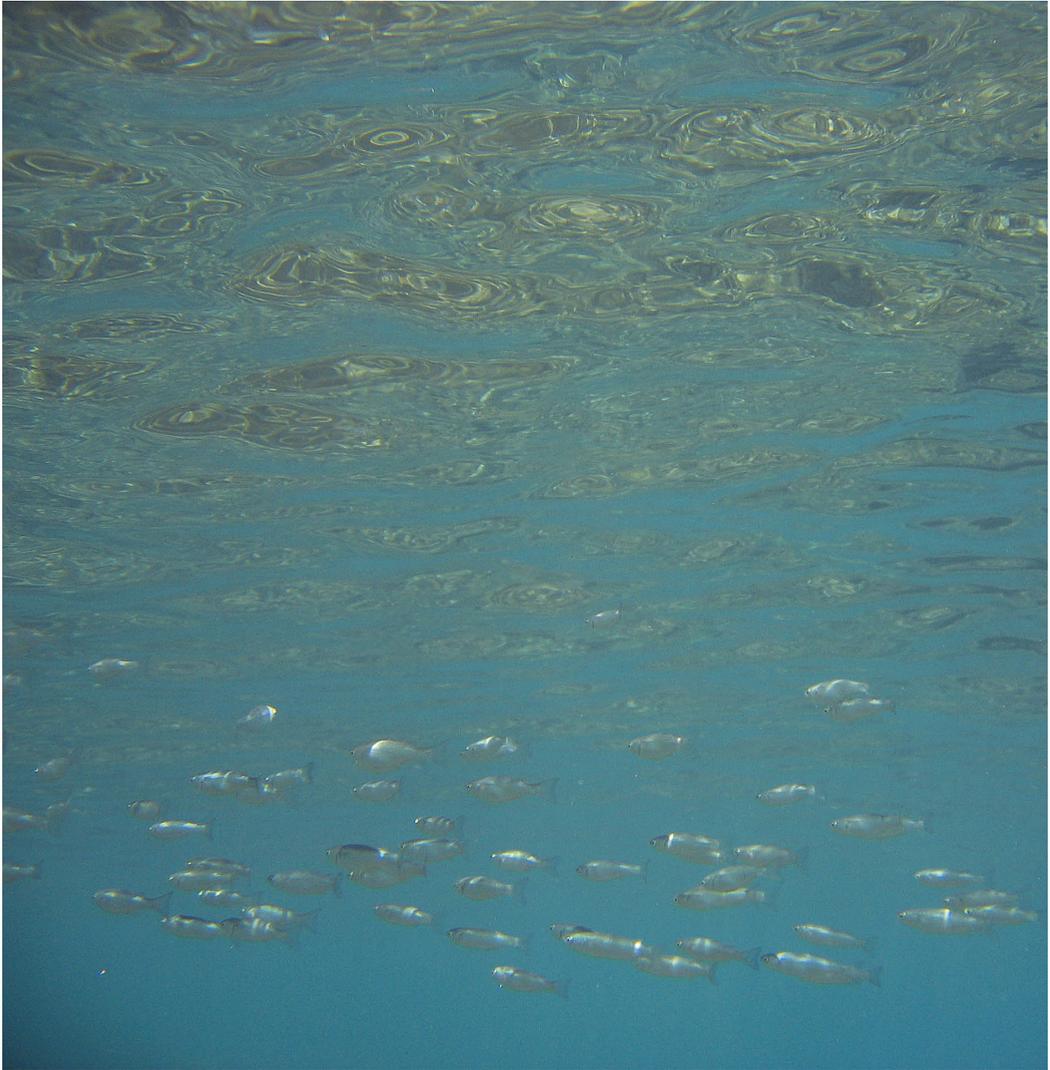


Figura 12: Quasi impossibile distinguere piccoli pesci, confusi per forma e colore con la superficie inferiore delle acque marine



La miniera di rame di Quercianella

Barbara Bottacchiari^{1,2}, Alessandro Ciampalini², Franco Sammartino^{2*}

Parole chiave: Miniera di rame, Fosso del Rogiolo, Quercianella, Livorno

Il rame è stato il primo metallo utilizzato dall'uomo, alla base della metallurgia, dalla preistoria al giorno d'oggi, che, unitamente alla ricerca di ferro, mercurio, antimonio, pirite, magnesite e fonti fossili, ha reso la Toscana della metà dell'800 la terza regione mineraria del Regno d'Italia.

In questo contesto viene analizzata la storia di un'esperienza mineraria che ha mosso i primi passi in un luogo limitrofo alla città di Livorno, in una vallata scavata da un torrente: il Fosso del Rogiolo a Quercianella.

Le tracce superstiti di questi lavori vengono esaminate con l'ausilio di una relazione, scritta nel 1927 da un ingegnere minerario, oltre che con l'esplorazione attuale delle antiche gallerie.

Infine viene descritto un condotto idraulico della miniera che probabilmente fu riutilizzato per la realizzazione del primo acquedotto di Quercianella.

Introduzione

Le rocce ofiolitiche affioranti nei dintorni di Quercianella presentano filoni di minerali cupriferi il cui sfruttamento minerario è iniziato intorno alla metà del '800, con l'esperienza della ditta Tobler, forse riprendendo la ricerca su tracce di scavi etruschi o medievali. Dopo molti anni di abbandono, un nuovo tentativo di sfruttamento è stato fatto all'inizio del '900 dal Cav. Rosolino Orlando continuando dal punto in cui aveva lasciato la ditta inglese, ristrutturando le gallerie e creandone di nuove. L'estrazione di minerale è quindi proseguita saltuariamente per alcuni anni e dopo una breve esperienza del periodo autarchico, ed è terminata definitivamente intorno agli anni '30-'40 del '900. Ad oggi la presenza di questa antica lavorazione è testimoniata da gallerie, discenderie e cunicoli idraulici. L'area d'interesse ingloba una vasta porzione del Fosso del Rogiolo, sul quale si aprono a vari livelli le 4 gallerie, particolarmente dissestate, soggette a crolli oppure inaccessibili perché allagate e una discenderia di raccordo ai vari piani di miniera. Una di queste funzionava da cunicolo idraulico di drenaggio riutilizzato, ad attività terminata, per la costituzione della prima grande riserva d'acqua potabile di

Quercianella, e forse la costruzione del suo primo acquedotto. L'esplorazione completa della porzione dell'impianto minerario ancora accessibile è stata supportata dalla recente acquisizione di una relazione scritta dall'Ing. Cortese, del 1927.

Dati sperimentali

In questo lavoro sono riportati i risultati delle esplorazioni speleologiche iniziate nel 2011 partendo da quota 112 m s.l.m., e proseguendo verso il basso, attraverso il tratto superstite della grande, unica discenderia. Sono inoltre esaminati gli aspetti geologici ed i minerali. Questi ultimi, individuati con i consueti metodi di analisi chimiche e morfologiche con utilizzo di stereo microscopio binoculare e lenti di ingrandimento.

gli autori

¹ Società Speleologica Italiana, Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese.

² Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese.

* e-mail: fsammartino@alice.it

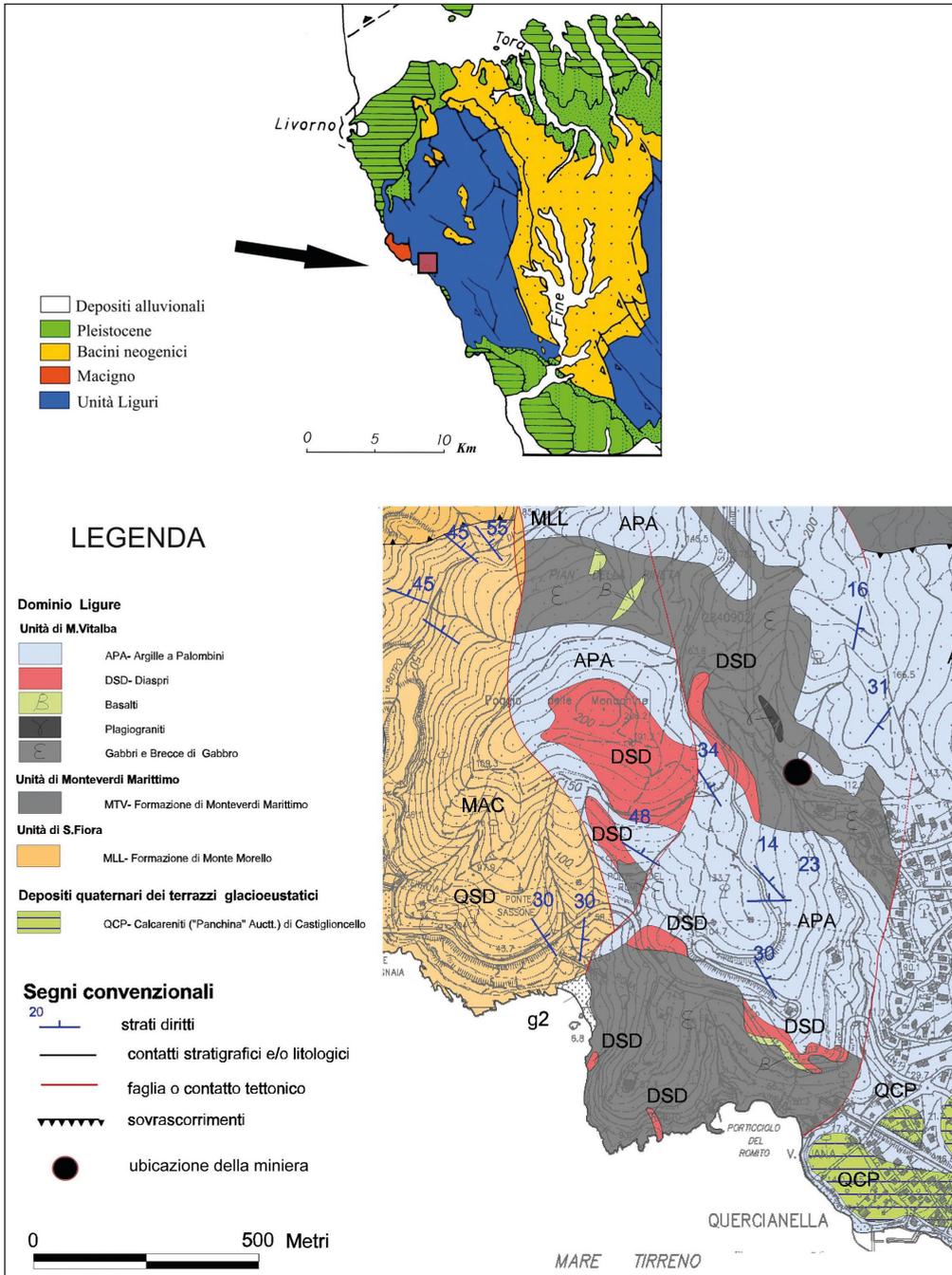


Figura 1: Stralcio della sezione n° 284090 - Quercianella della Carta Geologica della Toscana, scala 1:10.000 modificata, con l'ubicazione della miniera di rame.

Inquadramento geologico

La “Miniera del Rogiolo” è situata all’interno della sezione n° 284090 – Quercianella della Carta Geologica della Toscana, scala 1:10.000, nei pressi dell’abitato di Quercianella (Li). Nei dintorni della Miniera sono presenti sia rocce appartenenti ad unità del dominio Toscano non metamorfico (Falda Toscana), rappresentate dalla formazione del Macigno di età Oligocenica, che unità del dominio Ligure formanti il Complesso Alloctono superiore. Quest’ultimo può essere suddiviso in due gruppi; formazioni conosciute nel loro insieme come ofioliti tipo Serpentiniti, Gabbri e breccie di gabbro, Plagiograniti, Basalti e formazioni della copertura sedimentaria come radiolariti (Diaspri), Calcari a grana fine con *Calpionella*, Argilliti e calcari silicei “Palombini” [1, 2]

Le Serpentiniti, costituite da originarie peridotiti, rocce appartenenti originariamente al mantello superiore, in questa località sono assenti sostituite da Gabbri e breccie di gabbro. I gabbri possono essere considerati rocce magmatiche intrusive costituite da un’associazione fra un plagioclasio sodico-calcico, il componente principale, con un pirosseno e talvolta un anfibolo. Dal punto di vista petrografico i gabbri appaiono generalmente isotropi con grana da media a medio-grossa (gabbri “eufotidi”) ma compaiono anche facies con struttura tipo gneiss. Sono stati interessati da un primo metamorfismo di tipo oceanico (di alta temperatura e bassa pressione) in facies anfibolitica [3] cui segue la risalita fino all’affioramento sul fondo marino dello stesso complesso gabbrico, la formazione delle breccie e la messa in posto dei basalti. Successivamente, nel corso degli eventi che hanno portato queste rocce nella loro posizione attuale, si ha lo sviluppo di fasi metamorfiche di più basso grado: una seconda fase in facies di scisti verdi con formazione di fratture e sviluppo di strutture cataclastiche ed una terza fase metamorfica di temperatura ancora minore [3]. Il promontorio del Romito presenta inoltre un’associazione di minerali di vena costituita da albite, prehnite, pumpellyte, quarzo, calcite ed epidoto caratteristica del passaggio dal metamorfico di profondità al metamorfismo di basso grado legato all’intensa fase compressiva subita durante l’orogenesi [4]. I basalti sono rocce effusive di fondo oceanico a grana da media a fine, costituiti da un’associazione di plagioclasio e di cloriti o

anfiboli, omogenei, di colore verde bruno uniforme che generalmente si presentano in questa località come filoni basaltici. Sono stati interessati solamente da metamorfismo di seconda fase.

A questi sono talvolta associati i plagiograniti, una roccia magmatica chiara a quarzo e ortoclasio prevalenti con albite subordinata che costituiscono il prodotto finale per cristallizzazione frazionata di magmi basaltici intrusi nella parte superiore del complesso gabbrico. Al Romito un clasto di plagiogranito prelevato nelle breccie gabbriche del promontorio è stato datato radiometricamente a 171 ± 29 Ma [5] in accordo con un’età del Giurassico medio.

A queste rocce si sovrappone la copertura sedimentaria costituita da radiolariti (diaspri) e argilliti e calcari palombini. Le radiolariti sono costituite da strati silicei rossi o verdi e interstrati argillitici, la cui sedimentazione, stabilita sulla base delle microfacies a radiolari, si svolge interamente nel Giurassico superiore (Malm). Fanno passaggio alle argilliti e calcari palombini costituiti da alternanze di calcari silicei grigio-ferro e argilliti grigio e nere che possono essere datate al Cretaceo inferiore [1]. L’ingresso della miniera si trova ad una quota di circa 112 m s.l.m. sulla sinistra orografica del Fosso Rogiolo allo sbocco di un piccolo ruscello che si getta nel medesimo. L’ingresso è ricavato in breccie e masse di gabbro che affiorano nella zona. Seguendo il corso del torrente verso l’abitato di Quercianella a pochi metri dall’ingresso si trova un affioramento di basalto omogeneo, di colore verde bruno al taglio fresco, rossiccio sulla superficie ossidata, con spessore di circa un metro, costituente probabilmente un filone all’interno della massa principale di gabbro. Gli affioramenti di gabbro sono profondamente fratturati ed in parte alterati ma con una struttura ancora riconoscibile (sono ben visibili i cristalli di pirosseno verde bruno) che diviene progressivamente meno salendo leggermente di quota dove si trova gabbro fortemente alterato ed arrossato (il “gabbro rosso” dei vecchi autori) e la cui struttura è appena riconoscibile.

Per la genesi del giacimento cuprifero è possibile riferirsi alla grande miniera di Montecatini, a cui per alcuni versi può essere accostata la miniera del Rogiolo. Secondo Bertolani e Rivalenti [6] possono essere distinte tre fasi principali: una prima fase con mineralizzazioni primarie caratterizzate da una temperatura di deposizione di circa

400° C (legata al metamorfismo di tipo oceanico sulle ofioliti), una fase intermedia in cui i metalli vengono prima portati in soluzione e successivamente ridepositati, ad una temperatura compresa fra i 200 e i 100° C legata alla tettonica tardiva.

Probabilmente a questo punto, anche nel caso della miniera del Rogiolo, in corrispondenza di piani di dislocazione, nella massa gabbriica si formano filoni di quarzo contenenti i minerali cupriferi (calcopirite e bornite in maggioranza, associati

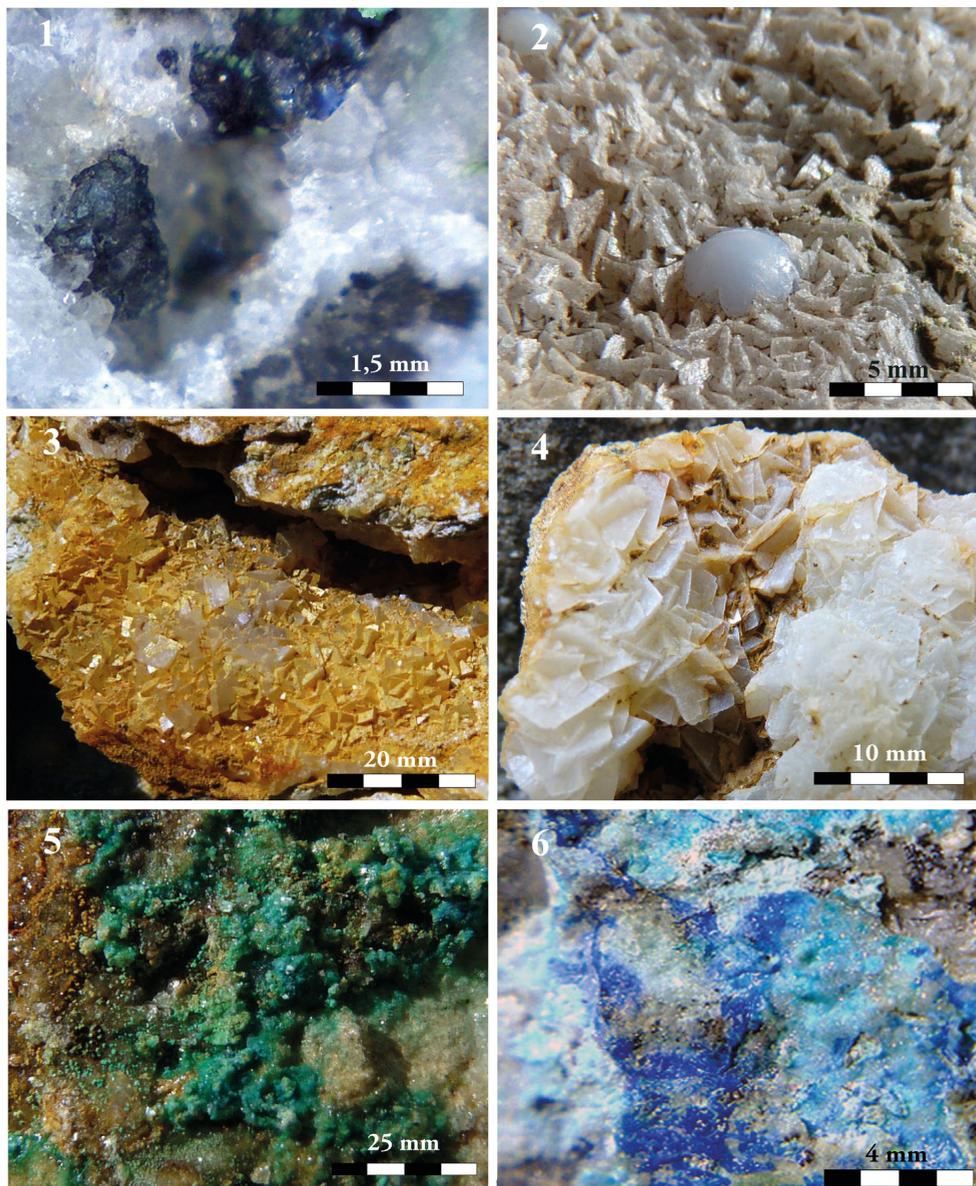


Figura 2: 1) Calcocite inclusa nel Quarzo; 2) Opale in Dolomite; 3-4) Dolomite; 5) Malachite; 6) Azzurrite. (foto F. Sammartino)

a pirite) accompagnati da noduli di steatite. In una fase finale di bassa temperatura si verificano modifiche a carico dei minerali formati in precedenza dovute alle acque di circolazione con formazione di carbonati.

I minerali

Come accennato in precedenza nelle gallerie si susseguono periodicamente crolli, per cui non sono stati utilizzati martelli e scalpelli per

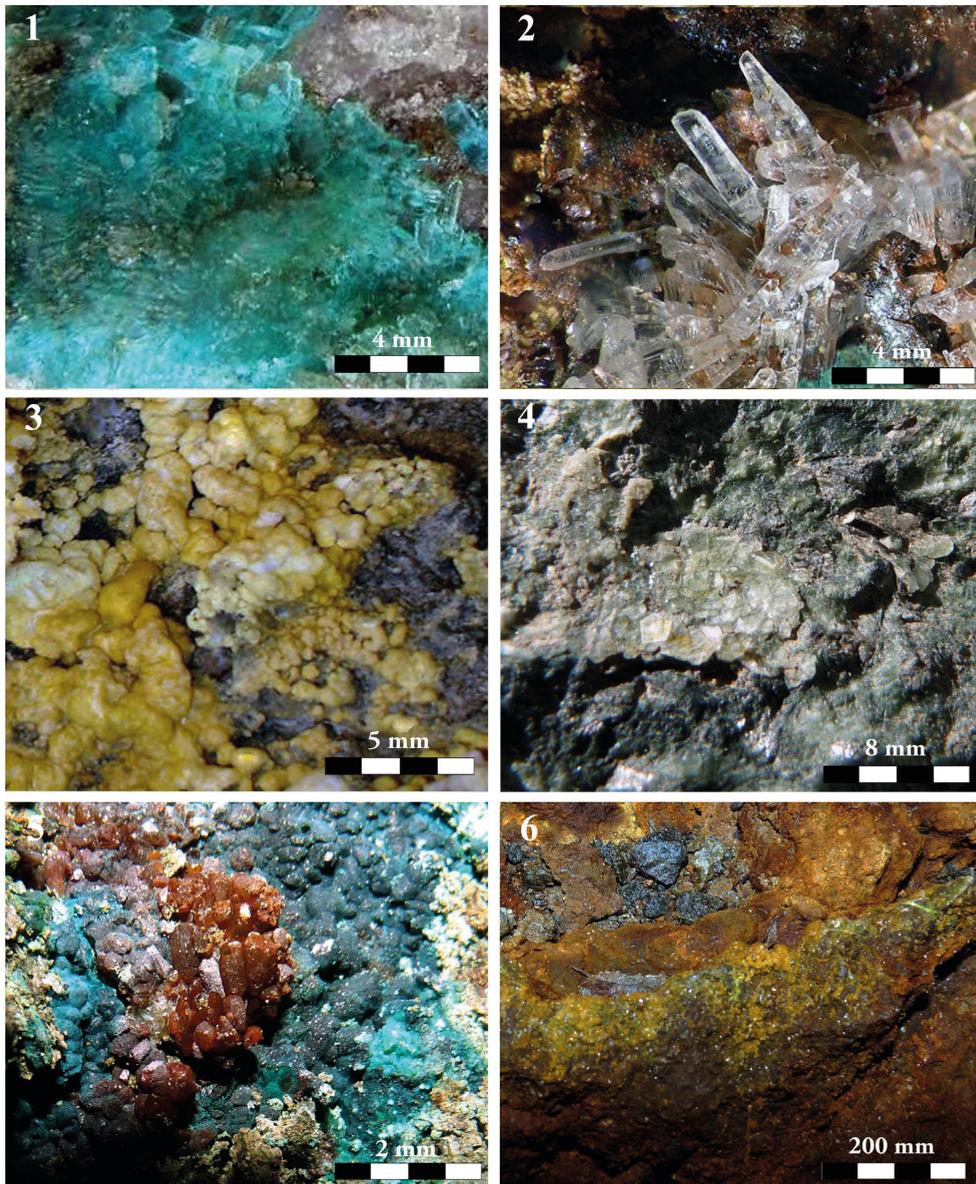


Figura 3: 1) Melanterite; 2) Gesso 3) Copiapite; 4) Analcime; 5-6) Minerali non identificati. (foto F. Sammartino)

staccare campioni di rocce dalle pareti. È stato ritenuto opportuno analizzare visivamente le superfici e raccogliere campioni dai frammenti di roccia caduti. Praticamente quasi tutte le superfici investigate sono risultate ricoperte da minerali di alterazione, in particolare carbonati e solfati, che hanno reso difficile l'individuazione di minerali di vena. Da vari Autori, in passato, sono citate circa quaranta specie di minerali [4, 7, 8, 9, 10] ma in questo lavoro vengono elencati solamente i minerali rinvenuti nelle recenti esplorazioni all'interno delle gallerie. *Calcocite* – un unico campione con masserelle incluse nel quarzo compatto (Fig. 2: 1). *Pirite* – piccoli cristalli inclusi in piccoli blocchi di plagiogranito. *Quarzo* – piccolissimi cristalli si trovano nelle fratture delle vene di quarzo compatto. *Opale* – l'opale,

incolore o celeste tenue, è stato trovato sotto forma di sferule isolate in druse di dolomite bianca (Fig. 2: 2). *Calcite* – forma piccole stalattiti ma si trova anche in cristalli millimetrici trasparenti nel gabbro. *Aragonite* – piuttosto rara ne sono stati osservati alcuni cristalli biancastri di 3-4 cm, disposti in modo raggiato nel gabbro. *Dolomite* – nella parte centrale della discenderia si hanno porzioni di pareti anche di alcuni m², tappezzate da dolomite biancastra e incolore, spesso giallo-bruna iridescente per ossidazione (Fig. 2: 3-4). *Malachite* – la malachite è presente un po' ovunque in patine quasi sempre ricoperte da gesso (Fig. 2: 5), più rara in sferule inferiori al millimetro. *Azzurrite* – non è comune ed anch'essa spesso ricoperta da cristallini di gesso (Fig. 2: 6). *Melanterite* – la melanterite è abbastanza

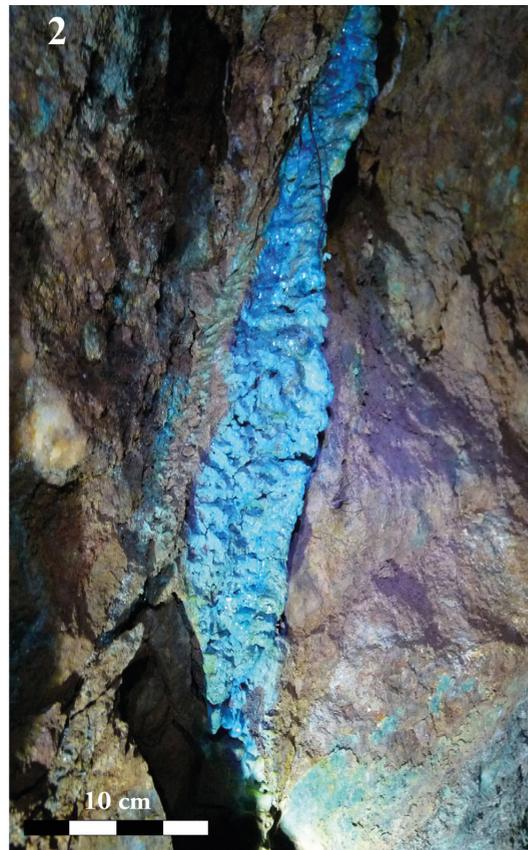


Figura 4: 1-2) *Crisocolla*. (foto F. Sammartino)

frequente e spesso le crosticine verdastre si confondono con la malachite (Fig. 3: 1). *Epsomite* – forma delicate incrostazioni biancastre di microcristalli aghiformi, ma anche aggregati globulari, su alcune pareti. *Gesso* – è il minerale più comune che ricopre oltre il 50% delle superfici delle gallerie. I cristalli di rado superano i 3 mm e sono incolori molto brillanti (Fig. 3: 2). *Copiapite* – risulta abbastanza rara e presente nella parte alta della miniera, forma croste mammellonari bruno giallastre (Fig. 3: 3). *Analcime* – in due piccoli frammenti di gabbro sono stati individuati cristalli icositetraedrici incolori, molto trasparenti, di questa zeolite (Fig. 3: 4). *Crisocola* – è il minerale più appariscente che si trova nella miniera. In alcuni punti forma delle “cascate” anche di un metro, con colorazioni variabili dal verde all’azzurro intenso (Fig. 4: 1-2). È tuttora in fase di deposizione sulle pareti e sulla volta delle gallerie da parte delle acque percolanti. Al momento per altri minerali rinvenuti non è stato possibile effettuare analisi identificative (Fig. 3: 5-6).

La storia

Tracciare una storia dell’escavazione mineraria avvenuta nel Fosso del Rogiolo si è rivelato molto complesso; le fonti consultabili sono quasi nulle e in alcuni casi la miniera viene citata indirettamente e solo brevemente.

Il Fosso del Rogiolo si trovava all’interno della vasta tenuta della Villa del Castellaccio la cui proprietà passò nel 1780 alla famiglia Pavolini e nel 1831 fu acquisita dalla famiglia Gower.

Questi mantennero la proprietà fino al 1900 o 1908, le fonti sono contrastanti [11,12] quando fu acquistata dal Cav. Rosolino Orlando.

Intorno al 1840, probabilmente furono i Gower a concedere i diritti di sfruttamento del Rogiolo, per l’estrazione del solfuro di rame, alla ditta Inglese Tobler.

La mancanza di documentazione presso la Camera di Commercio o l’archivio di Stato di Livorno riguardante questo periodo è probabilmente dovuta al fatto che le esperienze minerarie italiane si conformavano sotto due aspetti diversi di concessione del suolo (e del sottosuolo): quella di tipo demaniale e quella fondiaria.

Nel primo caso la proprietà del sottosuolo era

in mano allo Stato che poteva concederle a suo piacimento lo sfruttamento contro il pagamento di un equo canone, mentre la superficie rimaneva di proprietà di un privato. Nel secondo caso invece tutto era in mano ad un singolo proprietario che poteva concedere lo sfruttamento del sottosuolo senza chiedere alcuna autorizzazione allo stato, depositare documentazione tipo i piani di miniera, oppure mandare relazioni agli enti concessionari.

Le realtà minerarie Toscana, ad eccetto dell’area elbana, ricadevano nel regime fondiario.

Probabilmente anche la miniera del Rogiolo era stata concessa in questo regime, quindi la mancanza di documenti, unita ad una probabile perdita durante i conflitti bellici, potrebbe così essere spiegata.

Nell’800, i primi a investire nelle realtà minerarie italiane, piccole e grandi, inattive ormai da tempo, sono inglesi, belgi e tedeschi. Spinti anche da ragioni economiche quali la crescente richiesta di zolfo, rame, piombo e ferro, decidono di cercare fortuna sul suolo italiano, portando un bagaglio di nozioni, tecnici esperti e banchieri che finanziavano le imprese.

La ditta inglese Tobler potrebbe aver rintracciato sfruttamenti più antichi (etruschi o romani), e aver deciso di riavviarli e ampliarli, anche se al momento non sono state trovate tracce sicure di questo primitivo nucleo di ricerca.

Non è chiaro per quanto tempo la ditta inglese abbia portato avanti il tentativo di estrazione, è certo però che nel 1897 erano in corso delle nuove ricerche in miniera per valutarne le potenzialità, ma la fonte di riferimento non specifica chi ha compiuto questi studi [7].

Passiamo dunque ad analizzare il primo decennio del ’900, che vede il passaggio di proprietà della Tenuta del Castellaccio (o della “Castellaccia”) al Cav. Rosolino Orlando, nel 1900 o 1908 [11, 12]. R. Orlando ha riaperto dunque la miniera facendo poche opere di risistemazione delle gallerie esistenti e aprendone di nuove. Non è certa la data di cessazione dell’attività, ma sicuramente le coltivazioni sono continuate alternativamente fino agli anni ’30-’40 in base alle scelte del periodo autarchico [4].

Grazie al recente recupero dagli archivi di una relazione scritta dall’Ing. Emilio Cortese, datata 1927, possiamo dare un quadro più chiaro della struttura mineraria [13].



Figura 5: stralcio IGM IIIINE, ingresso miniera a quota 112, ingresso livello 1° a q. 35.

L'esplorazione

Iscritta al Catasto Nazionale Cavità Artificiali (C.N.C.A.) con il numero 107TLI, la miniera si apre a quota 112 m s.l.m. (Fig. 5) con un accesso di circa 2 m di diametro, particolarmente franoso, con un arco in mattoni ad incorniciare l'apertura. Dopo un primo salto di circa 5 m, si apre un primo ambiente ingombro di detriti crollati dalla volta dall'inclinazione di circa 47°.

Sul lato sud, si trova un basso e stretto ingresso ad un cunicolo laterale (Fig. 7: "a").

Entrati in questa zona, si analizza un tratto di coltivazione particolare, sinuoso, quasi a seguire il filone, dalle dimensioni anguste come se li potesse lavorare solo un minatore dotato di fioretto e martello; in realtà il cunicolo presenta molto interro, non calcolabile, dimostrato dalla presenza sulle pareti delle tracce di perforatori che partono dal livello attuale del suolo e vanno verso l'alto.

Seguendo il percorso di questa coltivazione, si raggiunge una zona franosa che lascia intravedere una prosecuzione del cunicolo: il tratto è a rischio di frana imminente, quindi non è stato percorso.

Grazie al rilievo, è stato possibile formulare l'ipotesi che questo tratto porti all'uscita sul Fosso del Roggiolo e che sia la galleria di livello 4 descritta dall'Ing. E. Cortese nella sua relazione del 1927. L'uscita sul botro è stata individuata ma non esplorata, poiché allagata.

Tornando al primo ambiente all'ingresso, si analizza il primo tratto della miniera: incuneato nella volta c'è un grosso masso che è franato dall'alto ed ha parzialmente chiuso la luce della grande discenderia, che vede qui il suo inizio (Fig. 6: B).

Quest'ultima porta in profondità fino a quota 35 m s.l.m., dove incontra il livello di coltivazione 1. La discenderia è in realtà una serie di lunghi spezzoni di gallerie raccordata da piccoli ambienti, che probabilmente erano usati come locale di snodo per lo scambio dei vagoni.

Un crollo sul fondo della discenderia a quota -41, impedisce l'esplorazione completa in profondità fino al livello base suddetto.

Le dimensioni del primo tratto di discenderia (Fig. 7: "d"; Fig. 6: A) sono molto contenute, circa 2.70 × 1.5, se ne deduce che i vagoni che dovevano percorrerla avevano una forma adatta all'ambiente.

Rimane aperto il quesito di come i carrelli carichi di pietra fossero portati all'esterno: i depositi detritici sul piano di calpestio non permettono di verificare la presenza di segni lasciati da ingranaggi, trasporto con decauville o scale.

Probabilmente la miniera era armata da una struttura di legno, ma è impossibile osservare a terra la presenza di scassi di alloggiamento per i motivi di cui sopra.

Un segno superstito lo ritroviamo nel cunicolo

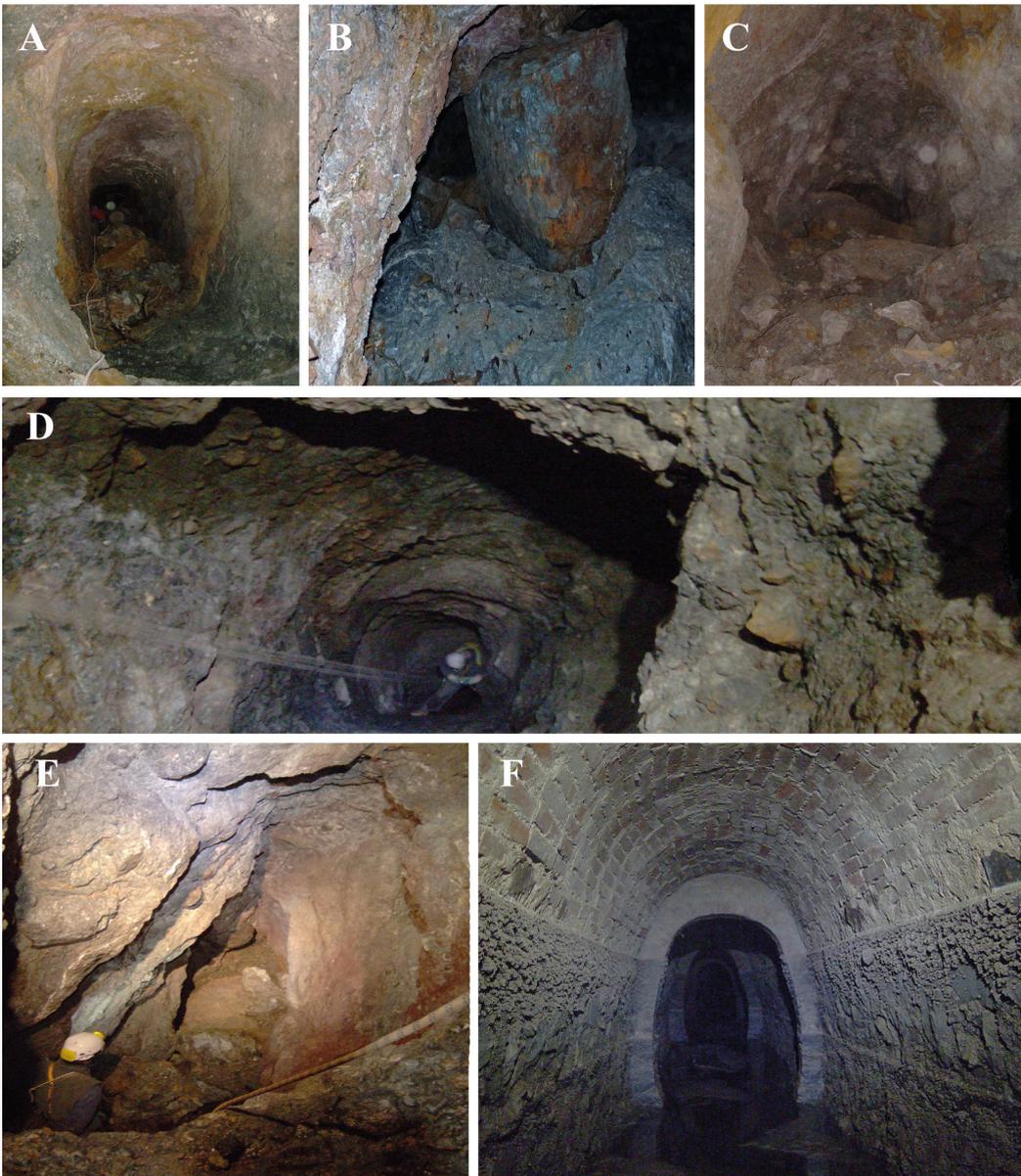


Figura 6: Immagini del 4° livello della miniera (A, B, C, D, E) e del 1° (F). (foto B. Bottacchiari)

laterale che si apre nel primo tratto della discenderia (Fig. 7: "c", sez. 3-3¹). Questo diverticolo ha dimensioni modeste, sembra essere un saggio di scavo, un tentativo di ricercare lateralmente altre vene di minerale.

In corrispondenza del punto "e" sul rilievo, si sviluppa un secondo ambiente che raccorda il primo tratto di discenderia "d", con un secondo, "h" (Fig. 7: "e", "h"), quest'ultimo non in asse rispetto al primo.

A nord del punto "e" si trova una grande raccolta ordinata di massi sterili di piccola e media grandezza, riferibile ad un atto di riempimento di "vuoti" per dare stabilità alla struttura.

Questi nascondono un altro probabile ramo di esplorazione o coltivazione come nel punto "c". L'ingombro detritico e le frane evidenti avvenute all'interno del diverticolo impediscono qualsiasi esplorazione o valutazione, se non quella di aver appurato la presenza di una volta.

Leggendo la relazione dell'ing. E. Cortese, questi afferma che "...a 81.5 m di altezza fu aperto il 3°

livello, colla galleria Orlando lunga 40 m, che attraversa in traverso banco per piccolo tratto e poi va in direzione...seguendo un filoncello di calcopirite... diretto a N.E e inclinato di 40° a S.E....".

Si deve presumere che "81.5" sia una quota s.l.m., quindi intorno a -30 all'interno della grande galleria. A quella profondità però non si apre alcun cunicolo o scavo franato che faccia pensare ad un livello coltivato.

Si può formulare l'ipotesi che il 3° livello sia il ramo laterale riempito di roccia sterile di cui si è trattato poco sopra.

L'inizio del successivo tratto della galleria "h" (Fig. 6: C; Fig. 8) ha subito grossi danni strutturali nel 2013, soprattutto alla volta e alle pareti. Le generali condizioni di stabilità della miniera sono peggiorate: dal 2011 sono avvenuti importanti crolli e sono degenerate le condizioni di percorribilità delle gallerie.

Una frana ha parzialmente riempito la galleria (Fig. 7: "i") ed un grosso blocco di pietra in bilico minaccia di ostruirla completamente.

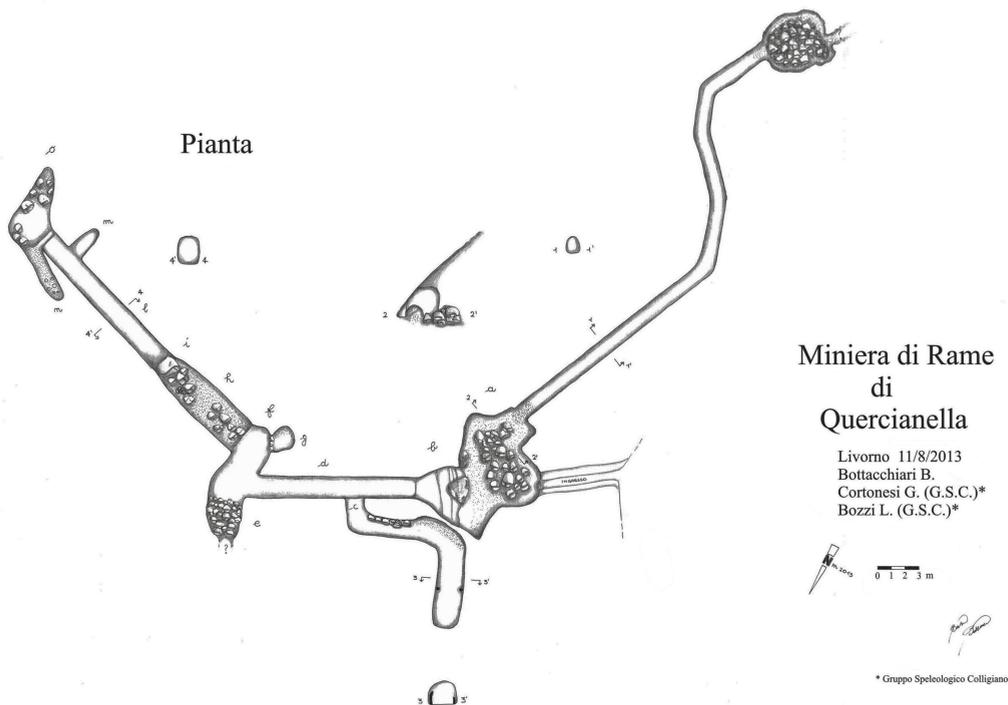


Figura 7: pianta della miniera, porzioni accessibili.

Il tratto "l" presenta un fondo scivoloso per la presenza di umidità o acqua percolante e la pendenza raggiunge i 47° (Fig. 6: D; Fig. 8).

La sezione del condotto si restringe molto dal punto "h" al punto "l" (Fig. 7).

Seguono, dopo circa 18 m di sviluppo, ancora due salti verticali prima di arrivare sul fondo.

Alla base del primo, si sviluppa a nord un altro brevissimo diverticolo (Fig. 7: "n").

Alla base del secondo salto sono terminate le esplorazioni. Qui c'è un massiccio accumulo detritico e probabilmente in qualche punto della parete si apriva un passaggio che collegava questo tratto ad un altro della discenderia (Fig 6: E).

Terminata l'esplorazione nella miniera "alta", si continua con l'analisi delle restanti due gallerie, il livello 2° e 1° di cui ci racconta l'ing. Cortese.

Al momento l'esplorazione del Fosso del Rogiolo non ha ancora permesso il ritrovamento dell'apertura del 2° livello che sappiamo essere "aperto a circa 60 m ed è costituito da una galleria lunga 200; ma che non arriva alla grande discenderia". Sotto al ponte del Rogiolo sulla S.S.1, è stato riscoperto l'ingresso di un lungo cunicolo, censito al N° 79TLi del C.N.C.A. "...il 1° livello, aperto a 35 m sul mare, è una galleria lunga oltre 500 m, in parte murata e che non mostra minerali".

Tutto il condotto è completamente allagato, i

primi 60 m di galleria percorribile presentano l'intera sezione rivestita da uno strato di intonaco. Il cunicolo probabilmente aveva lo scopo di raccogliere l'acqua dai livelli alti della miniera, trasportarla a valle e riversarla nel Fosso del Rogiolo, non molto lontano dalla foce; ipotesi confermata dallo stesso ing. Cortese che la definisce "galleria di scolo".

Il cunicolo ha dimensioni tali da permettere il passaggio di un uomo in piedi ma non di vagoni per il trasporto di materiale. Il fondo limaccioso non consente di verificare la presenza di canaline o simili.

Il tratto successivo, presenta i lati e la volta rivestiti di mattoncini, e, ogni 5 m circa, quest'ultima è rinforzata da un arco (Fig. 6: F).

La presenza continua di acqua, ristagnante, percolante e a vari livelli di altezza, ha reso l'ambiente molto concrezionato, con bellissime formazioni.

L'esplorazione del condotto è stata compiuta fino a circa 170 m, quando un'ennesima frana ha costretto ad interromperla.

L'ing. Cortesi scrive ancora: "quella più bassa (galleria), di scolo... fu trasformata in deposito di raccolta per acqua potabile ... per Quercianella".

In base alle strutture ritrovate all'uscita del condotto e lungo tutto il tratto esplorato, è possibile



Figura 8: sezione della miniera, porzioni accessibili.

azzardare l'ipotesi di essere in presenza anche dell'antico acquedotto di Quercianella.

Conclusioni

La frammentarietà delle fonti disponibili non permette di ricostruire la storia della miniera di Quercianella in modo più dettagliato. Ciononostante sono sufficienti per un inquadramento dello sfruttamento a partire almeno dalla metà del '800, anche se in modo saltuario, e di apprezzare le dimensioni non trascurabili dello sviluppo delle antiche gallerie. In più, proseguono gli studi volti a verificare la presunta identità del primo acquedotto di Quercianella, quello che gli articoli di giornale stampati il giorno dell'inaugurazione nell'agosto 1915, enfatizzano come il primo acquedotto potabile della frazione Livornese, allora in pieno sviluppo.

Bibliografia

- [1] A. Lazzarotto, R. Mazzanti, C. Nencini. *Geologia e morfologia dei comuni di Livorno e Collesalveti*. In: Le scienze della terra nei comuni di Livorno e Collesalveti. Suppl. 2. Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 1990, 11:1.
- [2] R. Mazzanti. *Spunti di geomorfologia e di idrologia delle falde* 19-48. In: Gli antichi acquedotti e le acque minerali di Livorno e dintorni. Mazzanti R., Taddei M., Cauli L. (A cura di). Pisa 2006.
- [3] M. Marroni. *Le ofioliti di Poggio Caprone nei Monti Livornesi*. Le scienze della terra nei comuni di Livorno e Collesalveti. Suppl. 2. Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 1990, 11: 87.
- [4] G. Bracci, P. Orlandi. *Minerali della parte settentrionale dei Monti Livornesi*. Suppl. 2. Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 1990, 11: 96.
- [5] G. Bigazzi, F.P. Bonadonna, G. Ferrara e F. Innocenti. *Fission track ages of zircons and apatites from northern Appennines Ophiolites*. Fortschr. Mineral., 1973, 50.
- [6] M. Bertolani, G. Rivalenti. *Le mineralizzazioni metallifere della miniera di Montecatini in Val di Cecina (Pisa)*. Boll. Soc. Geol. It., 1973, 92: 635.
- [7] E. Manasse. *Rocce ofiolitiche e connesse dei Monti Livornesi*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 1898, 16: 18.
- [8] R. Nannoni, F. Sammartino. *I Minerali dei Monti Livornesi*. Calderini. Bologna 1979.
- [9] F. Sammartino. *Cercatori di minerali dell'Età dei Metalli nel territorio livornese*. Rassegna di Archeologia, 22A, 2006, pp. 141.
- [10] F. Sammartino. *Minerali, miniere e cave dei Monti Livornesi*. Comune di Livorno. Livorno 2009.
- [11] G. Manco. *Quercianella, elementi per una storia del territorio*. Associazione Pro Loco Quercianella. Livorno 2005.
- [12] A. Pompei. *La ricerca di rame di Quercianella*. Rivista Relazione sul Servizio Minerario, Editore Corpo Reale delle Miniere, Archivio Ex Archivio Rimin, Città Roma 1921.
- [13] E. Cortese, *Giacimenti cupriferi italiani*. [Toscana 476-483]. Nuovi Ann. Agric. n 7, 1927.

Utilizzo di *Tillandsia usneoides* come indicatore della qualità dell'aria nel Comune di Pisa

Elisa Pellegrini, Ilaria Mancini, Alessandra Campanella, Cristina Nali*, Giacomo Lorenzini

Parole chiave: monitoraggio biologico, elementi in tracce, fattore di arricchimento

Il particolare stile di vita delle tillandsie – piante epifite, con cicli assai lunghi, sprovviste di radici, caratterizzate da un'eccezionale capacità di ricavare acqua e sostanze nutritive dall'atmosfera – comporta che ben si prestino a "intrappolare" materiale inquinante aerodisperso, senza rischi di interferenze con l'assorbimento radicale. Nello specifico, Tillandsia usneoides, in virtù dell'elevata adattabilità ad avversità climatiche viene impiegata in studi di biomonitoraggio ambientale in massima parte realizzati in America Centrale e Latina. Lo scopo del presente lavoro è la valutazione dello stato della qualità dell'aria nel territorio del Comune di Pisa mediante l'utilizzo di questa specie dislocata in quattro siti caratterizzati da differenti tipologie di emissioni dominanti e usi del territorio. Sono stati analizzati i seguenti elementi: Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Sr, V e Zn in porzioni di tessuto lavato e non, raccolto al termine del periodo di esposizione (maggio-giugno 2011). Le concentrazioni di Al, Ba, Bi, Cd, Co, Cu, Pb, Sb e Zn sono maggiori nelle aree urbane e/o suburbane caratterizzate da intenso traffico veicolare. Nella zona industriale gli elementi in tracce rilevati in concentrazione più elevata sono Mg, Sr e Zn. I livelli di Fe, Mn, Na e V sono più alti nei siti rurali. Dall'analisi fattoriale e del fattore di arricchimento è possibile osservare che T. usneoides mostra alta (i) resistenza/tolleranza ai metalli pesanti (generalmente considerati tossici), (ii) specificità (con la conseguente identificazione delle differenze tra le varie aree di rilevamento), (iii) capacità di rappresentare un dato sito di campionamento e (iv) risposta quantitativa all'esposizione, così da poterla considerare come un bioindicatore della distribuzione degli elementi in tracce anche nelle aree urbane del bacino del Mediterraneo.

Introduzione

Negli ultimi anni, particolare attenzione è stata rivolta all'inquinamento atmosferico ed ai suoi effetti sulla salute umana [1]. In virtù del fatto che gli organismi viventi sono normalmente esposti a miscele di inquinanti piuttosto che ad una singola sostanza, l'identificazione di specifici contaminanti non risulta semplice ed immediata. Le misure delle immissioni e/o i modelli di dispersione forniscono numerose informazioni riguardanti questa tematica, sebbene non consentano di valutare l'impatto biologico e siano applicabili in un ambito geografico alquanto ristretto [2]. L'uso di bioindicatori (in *situ* e non) per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico può essere considerato uno strumento

efficace da integrare con gli studi precedentemente menzionati, in quanto alcune specie vegetali possono essere impiegate per segnalare la presenza di contaminanti in relazione a (i) eventuali alterazioni fisiologiche (ad esempio riduzione della *performance* fotosintetica) e produttive (come un calo nella produzione di biomassa fogliare), (ii) disponibilità di un determinato

gli autori

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, via del Borghetto n. 80 - 56124 Pisa

*e-mail: cristina.nali@unipi.it

inquinante all'interno dei loro tessuti. In letteratura, le piante sono spesso selezionate a tale scopo sulla base dei seguenti criteri: (i) rappresentatività di un dato sito di campionamento, capacità (ii) di accumulo e (iii) d'identificazione delle caratteristiche intrinseche di un'area di rilevamento. Licheni [3] e muschi [4] sono stati ampiamente impiegati come bioindicatori allo scopo di definire la deposizione di elementi in tracce presenti nell'atmosfera. Recentemente alcuni autori hanno proposto l'uso di piante vascolari e, a tal proposito, sono state studiate essenze arbustive, erbacee ed ortive, utilizzate come rivelatori passivi per mappare la distribuzione di metalli pesanti in zone costiere [5], antropizzate [6] e rurali [7] della Toscana. *Tillandsia usneoides* (L.) L., epifita appartenente alla famiglia delle *Bromeliaceae*, si incontra allo stato naturale solo nel Continente Americano in zone che spaziano dalle foreste tropicali ai freddi altopiani andini. In virtù del suo particolare stile di vita, questa specie è un noto bioaccumulatore. Le tillandsie, infatti, hanno cicli di vita lunghi, sono sprovviste di apparato radicale e mostrano un'eccezionale capacità di ricavare acqua e sostanze nutritive dall'atmosfera senza rischi di interferenze con l'assorbimento radicale. Scopo del presente lavoro è valutare la sostenibilità di *T. usneoides* come indicatore nel Comune di Pisa, verificandone la (i) resistenza/tolleranza ai metalli pesanti, (ii) capacità di rappresentare uno specifico sito di campionamento e (iii) risposta quantitativa quando esposta ad un dato inquinante.

Materiali e Metodi

Siti di campionamento

Sono stati selezionati cinque siti di campionamento in relazione alle loro caratteristiche intrinseche legate a (i) attività antropiche, (ii) vicinanza a specifiche sorgenti di emissioni e (iii) uso del territorio:

1. via Francesco de Sanctis, posta a cavallo di importanti vie di comunicazione sia su gomma che su rotaia, si dirama in un'area densamente popolata: suburbano/traffico (ST);
2. via Francesco Lavaggi, strada di accesso alla città, è caratterizzata da medio-alto traffico veicolare, ferroviario e aereo (in virtù della

vicinanza dell'aeroporto internazionale di Pisa): urbano/traffico (UT);

3. via Galileo Ferraris, su di un sito suburbano con un'intensa circolazione di mezzi pesanti dovuta alla presenza di industrie metalmeccaniche e di un inceneritore di rifiuti solidi: industriale (I);
4. via Vecchia di Marina (San Piero a Grado), strada secondaria in un'area remota posta nelle vicinanze del mar Ligure, destinata prevalentemente ad attività agricole: rurale/remoto (RR).
5. strutture del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Agro-ambientali (DISAAA-a) dell'Università di Pisa, dove è presente un impianto che dispone di aria filtrata ed in cui le condizioni climatiche (temperatura, umidità e fotoperiodo) sono controllate: sito di controllo (CS).

Materiale vegetale

Individui adulti geneticamente omogenei di *T. usneoides* sono stati acquistati presso un vivaio della zona. Dopo due settimane di adattamento in ambiente controllato in presenza di aria filtrata. Da una pianta madre di circa 1,50 m di lunghezza (diametro 20 cm) sono state ricavate porzioni di 20 cm (corrispondenti a cinque internodi ciascuna). Esse sono state appese su supporti appositamente ideati allo scopo di evitare il contatto diretto con il terreno, ognuno dei quali (dotato di otto piantine) è stato successivamente sistemato in ciascuna delle cinque stazioni di rilevamento. La durata dell'esposizione è stata di cinque settimane (6 maggio - 10 giugno 2011), al termine delle quali i campioni sono stati trasferiti in laboratorio ed immediatamente suddivisi in due aliquote: una lavata con acqua corrente e sciacquata tre volte con acqua distillata per rimuovere il materiale depositato sulla superficie [7] e l'altra mantenuta tal quale. Successivamente, una parte dei tessuti fogliari (lavati e non) sono stati posti in stufa a 30 °C fino al raggiungimento del peso costante e poi macinati.

Analisi degli elementi in traccia

Circa 10 g di polvere sono stati sottoposti a digestione in ambiente acido mediante mineralizzazione a microonde; ad ogni campione sono stati aggiunti 6 ml di HNO₃ concentrato e 1 ml di H₂O₂.

Dopodiché, la miscela è stata introdotta all'interno di un forno a microonde (Milestone Ethos 900) e sottoposta ad attacco in "bomba" per 25 minuti ad una temperatura di 280 °C e ad una pressione di 0,55 MPa. I livelli dei seguenti elementi Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Sr, V e Zn, sono stati determinati con un ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*, Perkin Elmer-Sciex Elan 6100). Ulteriori dettagli sono riportati in [8].

Analisi statistica

I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA) ad una via determinando la differenza minima significativa, previa significatività del rapporto della varianza tra i gruppi e quella dell'errore stimata mediante LSD *post-test*. Per avere un'indicazione del contributo relativo alla contaminazione naturale da residui di terreno sulla concentrazione degli elementi su/nel tessuto fogliare, il fattore di arricchimento (EF) è stato calcolato per ogni elemento analizzato, utilizzando Al come riferimento (assumendo che la sorgente antropica sia ininfluyente) e la composizione media crostale indicata da Taylor e McLennan [9]. La composizione elementare del materiale non lavato è stata

sottoposta ad analisi fattoriale (AF), un trattamento statistico multivariato che consente di associare ad un dato gruppo di elementi una specifica sorgente di emissione [5].

Risultati

Danni macroscopici

Al termine del periodo di esposizione, in nessuno dei quattro siti di rilevamento gli individui di *T. usneoides* hanno manifestato danni macroscopici, a dimostrazione del fatto che questa specie è in grado di accumulare inquinanti senza esserne danneggiata. Anche i risultati di alcune indagini istologiche e di microscopia confermano quanto sopra riportato.

Contenuto in elementi

In Figura 1 sono riportate le differenze delle concentrazioni degli elementi in tracce nel/sul materiale lavato e non tra il sito di controllo [per i quali le differenze risultavano statisticamente significative per entrambi le tesi: materiale lavato (L) e non (NL)] e la media dei quattro punti di campionamento (3 repliche/sito).

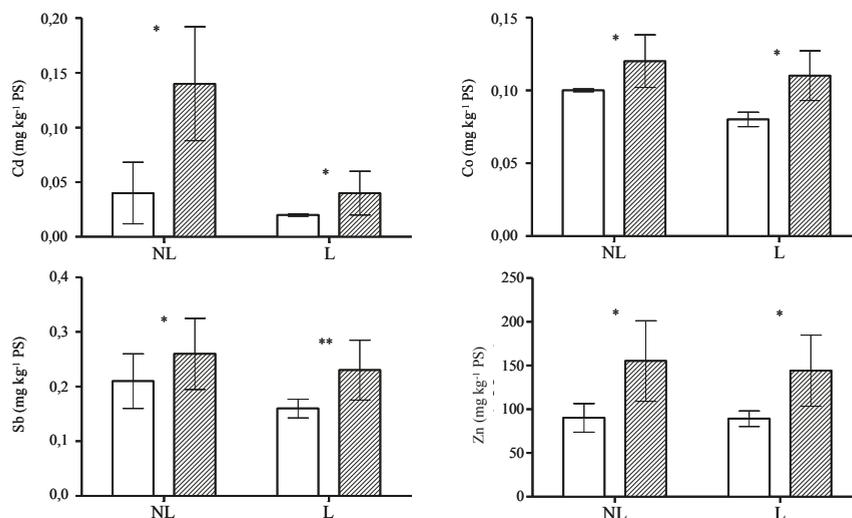


Figura 1: Concentrazioni medie [mg kg^{-1} peso secco (PS)] di alcuni elementi in tracce (Cd, Co, Sb e Zn) in campioni lavati (L) e non (NL) di *Tillandsia usneoides* nel sito di controllo (bianco) e nei quattro siti di campionamento (tratteggiato). I dati sono presentati come media \pm deviazione standard. Per ogni elemento, gli asterischi mostrano che le differenze tra le medie risultano statisticamente significative per: ** = $P \leq 0,01$; * = $P \leq 0,05$.

I livelli di Cd, Co, Sb, Sr e Zn sono risultati significativamente più elevati nei siti di rilevamento rispetto a quelli registrati nei controlli per i campioni non lavati (+350, +20, +9, +23 e +72%, rispettivamente), mentre per quelli lavati si riscontrava una situazione analoga, ad eccezione di Sr (+50, +27, +30 e +38%, rispettivamente).

Nelle Tabelle 1 e 2 sono riportate le concentrazioni degli elementi in tracce per ciascun sito del materiale lavato e non e le differenze tra i quattro punti di campionamento. Differenze statisticamente significative sono state osservate per un cospicuo numero di elementi: 16 nel materiale non lavato e 15 in quello lavato. In particolare, i

Tabella 1: Concentrazioni [mg kg⁻¹ peso secco (PS)] degli elementi in tracce in campioni non lavati di *Tilandsia usneoides* presenti in quattro siti di campionamento di Pisa (ST: suburbano/traffico; UT: urbano/traffico; I: industriale, RR: remoto/rurale). I dati sono presentati come media ± deviazione standard. Per riga, lettere diverse indicano differenze significative (P ≤ 0.05). Gli asterischi mostrano la significatività del fattore nell'ANOVA ad una via per: * = P ≤ 0,001; ** = P ≤ 0,01; * = P ≤ 0,05; ns = P > 0,05.**

Elemento	Sito di rilevamento				ANOVA
	ST	UT	I	RR	
Al	185±30,5 c	145±21,4 bc	104±8,4 ab	101±10,4 a	**
As	0,18±0,018	0,20±0,044	0,17±0,011	0,23±0,067	ns
B	0,01±0,001	0,01±0,001	0,01±0,001	0,01±0,007	ns
Ba	12,0±0,89 b	12,5±0,05 b	10,7±0,21 a	10,5±0,18 a	*
Bi	0,48±0,081 c	0,30±0,030 b	0,26±0,028 b	0,16±0,038 a	***
Ca	5069±146,3	4920±220,0	5622±595,5	5068±31,4	ns
Cd	0,18±0,022 b	0,08±0,038 a	0,12±0,026 a	0,18±0,018 b	**
Co	0,11±0,009 a	0,15±0,015 b	0,11±0,005 a	0,16±0,021 b	**
Cr	1,8±0,11 a	2,0±0,04 ab	2,2±0,26 bc	2,4±0,29 c	*
Cs	0,03±0,001	0,02±0,003	0,03±0,004	0,03±0,020	ns
Cu	6,0±0,85 a	9,7±1,64 b	7,6±0,98 a	7,3±0,31 a	*
Fe	185±31,9 a	174±16,4 a	185±0,2 a	255±23,4 b	**
K	1911±281,9	2321±232,0	2671±533,9	2153±137,7	ns
Mg	1326±67,2 ab	1334±58,6 ab	1525±189,0 b	1223±51,0 a	*
Mn	15,6±1,32 a	16,7±0,69 a	16,3±0,43 a	20,7±1,91 b	**
Na	885±57,9 a	828±12,4 a	1042±17,7 b	1132±29,8 c	***
Ni	3,2±0,72	2,4±0,18	3,1±0,64	3,4±1,25	ns
Pb	2,4±0,12 ab	5,1±0,69 c	2,7±0,07 b	1,8±0,26 a	***
Sb	0,23±0,018 ab	0,34±0,110 c	0,30±0,060 bc	0,21±0,006 a	*
Sr	67±1,6 ab	65±3,1 ab	72±7,8 b	59±2,2 a	*
V	0,45±0,050 a	0,46±0,055 a	0,52±0,041 a	0,74±0,042 b	***
Zn	123±11,8 a	195±11,1 b	191±22,7 b	101±2,03 a	***

livelli di Al, Ba, Bi, Cd, Co, Cu, Pb, Sb e Zn risultavano più elevati nei siti UT e/o ST, mentre quelli di Mg, Sr e Zn raggiungevano valori maggiori in I. Le concentrazioni di Fe, Mn, Na e V, invece, erano considerevolmente maggiori in RR rispetto agli altri siti di campionamento. La Figura 2 mostra i fattori di arricchimento

calcolati per ciascun elemento, così da ricavare eventuali indicazioni circa il contributo relativo della contaminazione crostale.

Se EF si avvicina al valore unitario (come nel caso di Bi), la sorgente predominante è crostale; se si aggira intorno a 10 (osservato per B, Bi, Co, Cs, Cu, Fe, Mn e V), la concentrazione si può ritenere

Tabella 2: Concentrazioni [mg kg^{-1} peso secco (PS)] degli elementi in tracce in campioni lavati di *Tillandsia usneoides* presenti in quattro siti di campionamento di Pisa (ST: suburbano/traffico; UT: urbano/traffico; I: industriale, RR: remoto/rurale). I dati sono presentati come media \pm deviazione standard. Per riga, lettere diverse indicano differenze significative ($P \leq 0.05$). Gli asterischi mostrano la significatività del fattore nell'ANOVA ad una via per: * = $P \leq 0,001$; ** = $P \leq 0,01$; * = $P \leq 0,05$; ns = $P > 0,05$.**

Elemento	Sito di rilevamento				ANOVA
	ST	UT	I	RR	
Al	90 \pm 13,0	123 \pm 24,1	102 \pm 10,5	86 \pm 7,7	ns
As	0,14 \pm 0,014	0,14 \pm 0,027	0,11 \pm 0,023	0,15 \pm 0,007	ns
B	0,01 \pm 0,001	0,01 \pm 0,002	0,01 \pm 0,002	0,01 \pm 0,001	ns
Ba	11,1 \pm 0,77 bc	12,0 \pm 0,27 c	10,3 \pm 0,11 ab	10,0 \pm 0,26 a	*
Bi	0,14 \pm 0,027 b	0,10 \pm 0,011 a	0,15 \pm 0,010 b	0,08 \pm 0,007a	**
Ca	4789 \pm 385,6	4374 \pm 202,4	4943 \pm 107,6	4570 \pm 54,5	ns
Cd	0,05 \pm 0,012 b	0,04 \pm 0,005 b	0,07 \pm 0,018 c	0,02 \pm 0,005 a	**
Co	0,09 \pm 0,007 a	0,12 \pm 0,002 c	0,10 \pm 0,009 b	0,13 \pm 0,007 c	***
Cr	1,5 \pm 0,12 a	1,9 \pm 0,32 b	2,0 \pm 0,01 b	2,4 \pm 0,13 c	**
Cs	0,03 \pm 0,003	0,02 \pm 0,020	0,03 \pm 0,006	0,03 \pm 0,009	ns
Cu	4,9 \pm 0,20 a	9,5 \pm 0,54 c	5,8 \pm 0,34 b	5,9 \pm 0,46 b	***
Fe	154 \pm 3,5 a	153 \pm 3,7 a	180 \pm 13,6 b	201 \pm 13,3 c	***
K	1838 \pm 125,8	1896 \pm 158,8	2418 \pm 163,2	2153 \pm 137,7	ns
Mg	1263 \pm 63,9 bc	1156 \pm 60,3 a	1319 \pm 21,6 c	1214 \pm 40,3 ab	*
Mn	13,1 \pm 0,89 a	13,8 \pm 0,88 a	14,2 \pm 1,57 b	17,4 \pm 0,92 b	***
Na	638 \pm 49,0 b	507 \pm 54,9 a	763 \pm 75,3 bc	811 \pm 87,5 c	**
Ni	2,9 \pm 0,13	2,1 \pm 0,21	2,3 \pm 0,04	2,8 \pm 1,09	ns
Pb	1,8 \pm 0,38 a	3,7 \pm 0,52 b	1,7 \pm 0,18 a	1,4 \pm 0,05 a	***
Sb	0,19 \pm 0,007 a	0,31 \pm 0,021 c	0,24 \pm 0,040 b	0,17 \pm 0,006 a	*
Sr	62 \pm 2,6 c	44 \pm 1,6 a	48 \pm 1,4 b	44 \pm 1,7 a	***
V	0,44 \pm 0,038 a	0,44 \pm 0,033 a	0,50 \pm 0,040 a	0,57 \pm 0,033 b	**
Zn	120 \pm 24,1 b	179 \pm 35,6 c	167 \pm 21,8 c	101 \pm 11,9 a	*

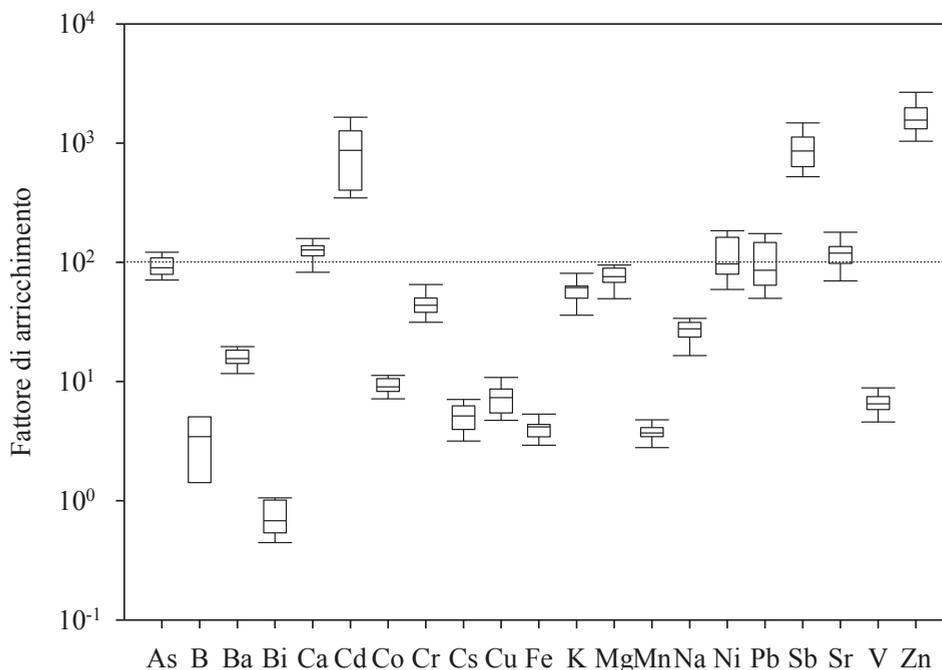


Figura 2: Fattore di arricchimento crostale per gli elementi presenti sul/nel tessuto fogliare di *Tillandsia usneoides* proveniente dai quattro siti di campionamento, con Al come riferimento. Per ogni elemento, la linea superiore rappresenta il 90° percentile, quella inferiore il 10°. Il box individua, dall'alto il 75°, il 50° (mediana) e il 25° percentile. La linea tratteggiata evidenzia la soglia di 10^2 , al di sopra della quale l'arricchimento è dovuto inequivocabilmente al contributo della componente non crostale.

non significativamente arricchita. As, Ba, Ca, Cr, K, Mg, Na, Ni, Pb e Sr mostrano valori di EF compresi tra 10 e 100 e per questo motivo sono da considerarsi arricchiti; mentre per Cd, Sb, e Zn si osservano livelli superiori a 100, a dimostrazione del fatto che il contributo della componente non crostale è decisamente forte.

I risultati dell'AF applicata alle concentrazioni totali di 11 elementi (Al, Ba, Cd, Cu, Fe, Mg, Mn; Sb, Sr, V e Zn) nel materiale non lavato sono sintetizzati in Tabella 3. Tre fattori rappresentano il 95,4% della varianza totale. Il fattore 1 (41,2% della varianza), caratterizzato da Fe, Mg, Mn, Sr e V, individua la sorgente crostale, in quanto attribuibile alla risospensione di suolo. Il fattore 2 (che spiega il 27,2% della varianza) definito da Al, Ba e Sb è di origine antropica, con il contributo principale del traffico veicolare. A tal proposito, mentre Ba ha molte applicazioni nelle industrie automobilistiche che includono la produzione di gomma,

oli additivi lubrificanti, sintesi di combustibili e composizione dei freni, Sb è attualmente considerato il migliore tracciante inorganico per il traffico su gomma. Per quanto riguarda il terzo fattore (definito da Cd, Cu e Zn, che spiega il 27,0% della varianza) appare evidente una natura antropica a cui, però, possono contribuire numerose sottosorgenti, tra cui il transito stradale (che coinvolge numerose potenziali sorgenti di metalli quali prodotti di combustione derivanti dal carburante, dall'olio, dal logorio dei pneumatici e dal rivestimento dei freni) e le attività industriali.

Discussione e Conclusioni

Le tillandsie sono particolari piante erbacee perenni e sempreverdi, la cui caratteristica principale è quella di saper vivere senza l'ausilio del terreno. Per questo motivo, sono riuscite ad

Tabella 3: Analisi fattoriale per gli elementi in tracce presenti su/dentro tessuto fogliare non lavato di *Tillandsia usneoides*.

Parametro	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Communalità
Al		-0,92		0,85
Ba		-0,92		0,85
Cd			0,90	0,83
Cu			-0,91	0,83
Fe	-0,88			0,78
Mg	0,60			0,36
Mn	-0,86			0,74
Sb		0,45		0,20
Sr	0,62			0,39
V	-0,86			0,73
Zn			-0,75	0,55
<i>Autovalori</i>	<i>3,54</i>	<i>2,33</i>	<i>2,31</i>	
% varianza totale	41,2	27,2	27,0	
Sorgente	Crostante	Traffico veicolare	Antropica	

insediarsi negli ambienti più disparati e spesso a climi ostili, grazie anche ad adattamenti anatomici e fisiologici. Generalmente esse vengono usate a scopo decorativo ed ornamentale, ma sono diverse le funzioni che le caratterizzano in virtù dell'abbondanza in natura, della facile reperibilità e della presenza in varie zone geografiche tropicali. In particolare, vengono impiegate a scopo (i) nutritivo, (ii) igienico-sanitario e (iii) ecologico. In virtù della loro spiccata capacità assorbente, queste piante sono in grado di catturare inquinanti atmosferici, contribuendo così alla rappresentazione delle emissioni di metalli pesanti. I tricomi, infatti, rappresentano un'ottima struttura non solo per l'"intrappolamento" dei metalli pesanti in superficie, ma anche per il loro assorbimento inter- e intracellulare. Come riportato da Markert [10], con il termine di bioindicatore si intende un organismo in grado di fornire indicazioni utili sulla qualità dell'ambiente. Nel caso in cui si ottenessero informazioni riguardanti gli aspetti quantitativi di un dato comparto ambientale, si dovrebbe parlare di *biomonitor*. In quest'ottica, nel nostro studio è stato dimostrato che *T. usneoides* è caratterizzata da: (i) alta resistenza/tolleranza ai metalli pesanti (ad esempio, dall'analisi

dei contenuti medi di Cr, Co e Zn sul materiale proveniente dai vari siti di rilevamento, è possibile osservare che questi si sono mantenuti entro livelli già riscontrati in letteratura [11]), (ii) specificità (i risultati dell'ANOVA hanno indicato che il monitoraggio con questa specie consente di identificare le differenze specifiche tra le diverse aree prese in esame e le varie sorgenti di inquinamento, come confermato anche dall'analisi fattoriale), (iii) capacità di ben rappresentare un sito di campionamento (elevati valori di Ba, Cd, Cu, Sb e Zn, noti elementi correlati al traffico [12]) sono stati riscontrati nei siti UT ed I; una massiccia presenza di Fe e Mn, generalmente associata all'attività agricola e specialmente all'uso di fertilizzanti, è stata rinvenuta in RR, in accordo con quanto riportato da Husk *et al.* [13]), (iv) risposta quantitativa all'esposizione ad un inquinante (sebbene non sia stato condotto uno *screening* preliminare dei livelli di *background* dei metalli pesanti aerodispersi nell'area oggetto di studio).

Sulla base dei risultati ottenuti è possibile affermare che piante di *T. usneoides* possono essere introdotte nelle reti di monitoraggio, in quanto risultano adatte ad accumulare inquinanti senza riportare effetti macroscopici negativi. Inoltre,

grazie alle caratteristiche morfologiche e fisiologiche, questa specie è capace di colonizzare differenti ambienti (anche caratteristici di aree temperate), potendo così evidenziare fenomeni di inquinamento che non sempre sono individuabili con le sole analisi su basi chimico-fisiche o con altri esseri viventi animali e vegetali. In virtù di quanto riportato, le tillandsie sono da considerarsi un efficiente *biomonitor* in grado di distinguere e mappare i livelli di alcuni elementi in tracce presenti nell'atmosfera non solo delle aree tropicali, ma anche in quelle temperate (come ad esempio quelle urbane di Pisa).

Bibliografia

- [1] M. Kampa, E. Castanas, *Environ. Pollut.* 2008, 151: 362.
- [2] B. Wolterbeek, *Environ. Pollut.* 2002, 120: 11.
- [3] M.E. Conti, G. Cecchetti, *Environ. Pollut.* 2001, 114: 471.
- [4] M. Aceto, O. Abollino, R. Conca, M. Malandrino, E. Mentasti, C. Sarzanini, *Chemosphere* 2003, 50: 333.
- [5] G. Lorenzini, C. Grassi, C. Nali, A. Petiti, S. Loppi, L. Tognotti, *Atmos. Environ.* 2006, 40: 4025.
- [6] A. Francini, C. Nali, G. Lorenzini, S. Loppi, *Int. J. Environ. Heal.* 2010, 4: 151.
- [7] C. Nali, E. Balducci, L. Frati, L. Paoli, S. Loppi, G. Lorenzini, *Environ. Monit. Assess.* 2009, 149: 143.
- [8] L. Paoli, A. Corsini, V. Bigagli, J. Vannini, C. Bruscoli, S. Loppi, *Environ. Pollut.* 2012, 161: 70.
- [9] S.R. Taylor, S.M. McLennan, *The continental crust: its composition and evolution.* Blackwell Scientific Publishing, Oxford: 1995.
- [10] B. Markert, *Bioindication and biomonitoring as innovative biotechniques for controlling trace metal influence to the environment.* In *Trace Elements as contaminants and Nutrients*, M.N.V. Prasad editore. Wiley, Hoboken: 2008.
- [11] E.D. Wannaz, H.B. Carreras, C.A. Pérez, M.L. Pignata, *Sci Total Environ.* 2006, 361: 267.
- [12] J.H. Rodriguez, M.L. Pignata, A. Fangmeier, A. Klumpp, *Chemosphere* 2010, 80: 208.
- [13] G.J. Husk, J.F. Weishampel, W.H. Schlesinger, *Sci Total Environ.* 2004, 321: 165.

Un caso di studio nell'ambito dell'educazione ambientale: il biomonitoraggio dell'ozono nelle scuole nell'areale della Valdera (Pisa) nella primavera 2012

Elisa Pellegrini, Alessandra Campanella, Romina Papini, Mariagrazia Tonelli, Cristina Nali*

Parole chiave: inquinamento dell'aria, piante indicatrici, qualità dell'ambiente

Nella troposfera, soprattutto durante il verificarsi delle condizioni climatiche tipiche della primavera-estate, viene osservata la formazione di elevate concentrazioni di ozono (O_3), dovute ad una serie di reazioni con altri inquinanti generati, principalmente, da fenomeni di combustione di origine antropica, per lo più connessi al traffico veicolare. Spesso l'opinione pubblica non ha la possibilità di ricevere quotidianamente informazioni circa lo stato di salute dell'ambiente. Per questo, vi è la necessità di consolidare l'uso di metodologie innovative di monitoraggio biologico della qualità dell'aria mediante l'impiego di idonei bioindicatori nei programmi di educazione ambientale. A questo scopo, nel maggio 2012 è stato condotto un progetto educativo in collaborazione con tre sedi scolastiche [per un totale di 188 studenti (otto classi) provenienti da scuole secondarie distribuite nell'areale della Valdera (Pisa)] nell'ambito del Progetto "Educare all'ambiente: utilizzo responsabile delle risorse e buone pratiche di eco-sostenibilità" della Regione Toscana. L'esperienza ha visto la partecipazione diretta anche delle famiglie (nell'ottica di consentire un percorso formativo anche per gli adulti). Gli studenti hanno avuto il compito di valutare i sintomi fogliari, confrontandoli con il materiale iconografico di riferimento. I dati biologici (raccolti da oltre 12.000 letture) sono stati elaborati ed integrati con quelli ottenuti dagli analizzatori di tipo chimico-fisico presenti sul territorio e confrontati con quelli di un operatore esperto allo scopo di verificare eventuali distorsioni nella valutazione. Con l'ausilio di analisi geostatistiche è stata mappata la distribuzione dell' O_3 nell'area in esame: tali dati sono poi stati confrontati con quelli ottenuti dall'analisi strumentale. I risultati ottenuti sono stati presentati in eventi pubblici.

Introduzione

In Italia, e più in generale nei Paesi che si affacciano sul Mediterraneo, le concentrazioni di ozono (O_3) troposferico sono elevate a causa delle condizioni climatiche particolarmente favorevoli alla sua formazione, dei processi di ricircolo su meso-scala e del trasporto a lunga distanza [1].

L'ondata di calore dell'estate 2012 è stata eccezionale: dalla metà di giugno sino a quasi la fine di agosto l'Europa meridionale è stata interessata da una serie ininterrotta di episodi estremi, che

hanno visto la temperatura massima superare i 40 °C, con anomalie rispetto alle serie storiche superiori anche a 5 °C. Di conseguenza, come già verificatosi nel 2003 [2], la presenza di O_3 nell'aria è stata rilevante, sia in aree urbane che

gli autori

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, via del Borghetto n. 80 – 56124 Pisa

* e-mail: cristina.nali@unipi.it

in stazioni rurali o remote. I futuri scenari climatici possono compromettere le faticose iniziative messe in atto dai decisori politici per ridurre l'emissione di inquinanti precursori dell'O₃: la nostra collettività dovrà prepararsi ad affrontare situazioni critiche di inquinamento dell'aria sempre più pericolose. Già oggi, oltre il 95% della popolazione urbana europea è esposta a livelli di O₃ superiori a quelli indicati nelle linee guida della *World Health Organization* e il 69% delle superfici agricole del nostro continente è interessato da concentrazioni più elevate rispetto ai valori-obiettivo fissati dall'Unione Europea per la protezione della vegetazione [3].

La situazione in Toscana è critica: nel 2012, la soglia di informazione alla popolazione (180 µg m⁻³) è stata superata 11 volte; il numero di giorni con superamenti della media di otto ore di 120 µg m⁻³ (valore obiettivo per la protezione della salute umana) ammonta a 41 (*range* 3-76); l'AOT40 (*Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb*, valore obiettivo per la protezione della vegetazione) ha raggiunto una media di 24.139 ppb h (*range* 6.718-41.433) (fonte ARPAT [4]). In tale situazione, gli esseri viventi [piante e animali, uomo compreso (e soprattutto il suo apparato respiratorio)] si trovano esposti a una moltitudine di *stress* ambientali che agiscono simultaneamente. È da considerare, poi, che – in seguito al recepimento della Direttiva 2008/50/CE con il DL n. 155 del 13 agosto 2010 – sono solo nove le stazioni di rilevamento dell'O₃ rimaste attive in tutta la Regione (quasi quattro milioni di abitanti su una superficie di circa 23.000 km²).

A causa di quanto sopra riportato, è da tempo che al sistema di monitoraggio convenzionale vengono affiancate metodiche basate sulla valutazione delle risposte di specifici organismi vegetali [5]. La notevole sensibilità di molte specie a numerosi contaminanti, la tipicità dei sintomi che alcune di queste presentano quando vengono esposte, le variazioni nella composizione floristica che ne conseguono e la possibilità che alcune sostanze si accumulino nei tessuti, sono i principali fattori che consentono il loro impiego come indicatori biologici della salute ambientale (monitoraggio biologico). Le principali caratteristiche del biomonitoraggio sono così riassumibili: *i*) fornisce una risposta integrata degli effetti dell'ambiente (inquinato) sugli esseri viventi; *ii*) può dare utili indicazioni su fenomeni di contaminazione

avvenuti nel passato; *iii*) presenta modesti costi di impianto e di esercizio e non richiede l'accesso alla rete elettrica; *iv*) consente l'allestimento di sistemi di monitoraggio con distribuzione geografica capillare; *v*) fornisce informazioni facilmente accessibili anche ai non specialisti, con un potenziale didattico notevole. Quest'ultimo punto centra uno degli obiettivi della "*Carta delle città europee per un modello urbano sostenibile*" (Aalborg, DK, 27 maggio 2004), che auspica (punto 14) "*la messa a punto di meccanismi che contribuiscano ad accrescere la consapevolezza dei problemi e prevedano la partecipazione dei cittadini*". Inoltre, essa prevede di basare le attività decisionali e di controllo "*su diversi tipi di indicatori, compresi quelli relativi alla qualità dell'ambiente urbano*". Con il biomonitoraggio, le informazioni sulla qualità dell'aria possono essere fornite ai cittadini in modo comprensibile ed in relazione ai propri bisogni (*user-friendly*).

Allo scopo di consolidare l'uso di metodologie innovative di monitoraggio biologico della qualità dell'aria mediante l'impiego di germinelli di tabacco (cv. Bel-W3, ipersensibile all'O₃) nei programmi di educazione ambientale, nel maggio 2012 è stato condotto un progetto educativo in collaborazione con tre sedi scolastiche [per un totale di 188 studenti provenienti da scuole secondarie distribuite nell'areale della Valdera (Pisa)] nell'ambito del Progetto "Educare all'ambiente: utilizzo responsabile delle risorse e buone pratiche di eco-sostenibilità" della Regione Toscana.

Questa esperienza si inserisce in un percorso di lavoro condotto dagli Autori, che ha visto nel tempo coinvolte numerose scuole in Toscana, nelle province di Pisa [6] e Livorno [7], e in Umbria [8].

Materiali e Metodi

Lo studio ha visto la partecipazione di tre scuole (e otto classi) frequentate da studenti provenienti da 14 comuni della Valdera, per una superficie di circa 600 km² (da 5 a 270 m s.l.m.). Complessivamente, sono stati coinvolti nel progetto 188 alunni di scuola secondaria di primo (124, dai 11-12 anni) e secondo grado (64, 15-16 anni), per un totale di 132 punti di monitoraggio.

Nella prima fase del programma sono stati tenuti corsi a tutti i docenti delle scuole interessate

all'esperienza, con l'intento di spiegare le problematiche legate all'inquinamento da O_3 e le metodiche di biomonitoraggio utilizzate dai tecnici impegnati in questo ambito a livello nazionale ed internazionale. Ciò ha rivestito un ruolo fondamentale, avendo avuto la funzione di fornire agli insegnanti gli strumenti necessari ad affrontare le tematiche con gli alunni. In particolare, nella lezione sono stati spiegati i processi di formazione dell' O_3 troposferico, gli effetti dannosi che esso comporta nei confronti della vegetazione, le varie tecniche di monitoraggio dell'inquinante e, in dettaglio, l'uso del tabacco come indicatore; inoltre, sono stati mostrati i *kit* di germinelli di tabacco ed è stato consegnato il materiale iconografico *standard* di riferimento, oltre ad una raccolta di pubblicazioni sul tema.

Alle classi partecipanti sono stati distribuiti volantini che evidenziano: le differenze tra l' O_3 stratosferico ("amico") e quello troposferico ("nemico"); quali sono i soggetti a rischio e, in particolare, quali sono gli effetti negativi sulle piante; l'uso delle specie vegetali come "spie" della presenza del contaminante. In essi vengono, poi, schematizzate le fasi di preparazione dei *kit*. Il linguaggio è adeguato agli utilizzatori, ricco di metafore (O_3 cattivo e buono, *etc.*) e associato a illustrazioni e stimoli visivi, allo scopo di facilitare l'apprendimento dei concetti-chiave.

I *kit* miniaturizzati di germinelli di tabacco (*Nicotiana tabacum*) cv. Bel-W3 (O_3 -super-sensibile) "pronti all'uso" [9] sono stati consegnati il 18 e il 24 maggio 2012 e subito esposti in aria ambiente (sotto una rete ombreggiante) per sette giorni (Figura 1).

L'intera metodologia, dalla semina alla valutazione delle lesioni visibili (minute macchie necrotiche bifacciali color avorio su cotiledoni e foglie), è stata accreditata dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA, ora ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale [10]). I bioindicatori sono stati coltivati in cella climatica ventilata con aria filtrata attraverso carbone attivo, ad una temperatura di 20-23°C, U.R. pari al 70-80%, 14 ore di fotoperiodo con intensità luminosa di 500-550 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ed in adeguate condizioni di rifornimento idrico. I sintomi sono stati esaminati con l'ausilio di una lente di ingrandimento e classificati, utilizzando come indice la stima visiva della percentuale di superficie necrotizzata per ciascun cotiledone



Figura 1: Kit miniaturizzato di germinelli di *Nicotiana tabacum* cv. Bel-W3 esposti all'aria ambiente per una settimana.

(Indice di Danno Cotiledonare, IDC). Mediante comparazione con materiale iconografico *standard* di riferimento, la percentuale è stata espressa secondo una delle cinque classi di intensità di danno (0 = nessun danno; 1 = 1-10% di superficie fogliare necrotizzata; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = superficie lesionata superiore al 50%). Gli effetti macroscopici sono stati valutati anche da un operatore esperto e i risultati sono stati assunti come riferimento. Nel complesso, sono stati "letti" oltre 12.000 cotiledoni.

I livelli di O_3 nell'area di studio durante le due settimane di campionamento (18-31 maggio 2012) sono stati misurati da quattro analizzatori automatici (i dati sono stati gentilmente forniti dall'ARPAT, Dipartimento Provinciale di Pisa) dislocati nei comuni di Pisa, Pomarance, Pontedera e Santa Croce sull'Arno. Le medie orarie sono state elaborate per descrivere l'andamento circadiano e per calcolare l'AOT40 e la M1 (concentrazione massima giornaliera) (*sensu* Kärenlampi e Skärby [11]). L'andamento spaziale dei valori di IDC e delle AOT40 è stato presentato mediante un'interpolazione spaziale secondo la funzione di *kriging* [12]. La riproducibilità (cioè, la concordanza tra le stime degli alunni e quelle dell'operatore) è stata valutata utilizzando la statistica *k* di Cohen [13], che è una misura dell'accordo tra le risposte qualitative di due osservatori: $k = (p_o - p_c) / (1 - p_c)$, dove p_o è la proporzione totale osservata e p_c è quella attesa. Quando p_o è uguale a p_c , $k = 0$; il valore massimo di k è 1, quando esiste accordo perfetto tra i due osservatori. La significatività statistica di k viene calcolata tramite: $z = k / \sqrt{\text{var}(k)}$. Per ottenere

una interpretazione univoca e adimensionale di k , è stata proposta questa valutazione [14]: $k > 0,75$ = riproducibilità eccellente; $0,40 \leq k \leq 0,75$ = buona; $k < 0,40$ = marginale.

Il coefficiente di auto-apprendimento (L) è stato stimato per una parte di studenti (una classe di primo e una di secondo grado), ai quali uno stesso *kit* è stato sottoposto due volte per la “lettura” dei sintomi: $L = (\text{numero di risposte esatte finali} - \text{numero di risposte esatte iniziali}) / (\text{numero totale di cotiledoni esaminati} - \text{numero di risposte esatte iniziali})$.

Risultati

Descrittori medi e cumulativi

L'andamento circadiano dell' O_3 è simile per i comuni di Pisa e Pontedera; leggermente più bassi sono i livelli a Santa Croce sull'Arno. A Pomarance le concentrazioni sono molto maggiori (quasi sempre al di sopra di 40 ppb) anche nelle ore serali (Figura 2). La M1 massima (76 ppb) è stata rilevata il 27 maggio, tra le ore 16 e le 17, nella stazione di Pontedera. Nella Figura 3 è riportato il valore cumulato delle AOT40, che raggiunge il massimo nella stazione di Pomarance (2.833 ppb h) ed il minimo in quella di Santa Croce sull'Arno (393 ppb h).

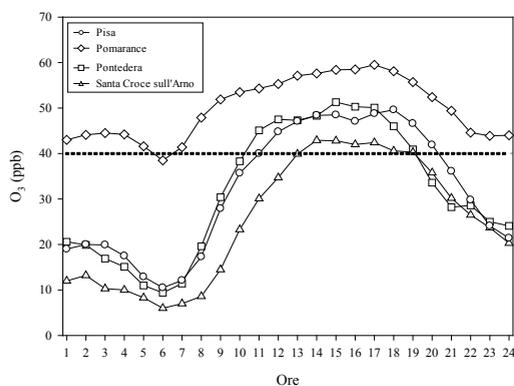


Figura 2: Profili giornalieri medi (o “giorno tipo”) della concentrazione di ozono rilevati nelle quattro stazioni strumentali dei Comuni di Pisa, Pomarance, Pontedera e Santa Croce sull'Arno durante il periodo 18-31 maggio 2012. La linea punteggiata (...), parallela all'asse delle ascisse, indica la soglia di 40 ppb.

Risposte biologiche

A causa dei livelli di O_3 ben al di sopra di quelli di *background* osservati nella Provincia di Pisa nella tarda primavera del 2012, dopo alcuni giorni di esposizione in aria ambiente i germinelli di tabacco Bel-W3 mostrano le tipiche necrosi bifacciali color bianco avorio in tutte le stazioni. La risposta così veloce e spettacolare non ha mancato di sorprendere gli alunni. In totale, dei 294 *kit* consegnati 263 sono stati restituiti integri (89%).

La Figura 4 riassume i risultati relativi alle differenze tra il calcolo dell'IDC fornito dagli studenti e quello dell'operatore. Dopo la prima settimana di esposizione, il 33% delle scuole secondarie di primo grado ha espresso valutazioni entro un intervallo di più o meno il 25% rispetto al riferimento. Gli IDC sovra- e sottostimati si equivalgono, con un elevato livello però di sovrastime sopra il 100% (19%). I risultati nella seconda settimana sono simili a quelli della precedente. Il 44% degli studenti di scuola secondaria di secondo grado risulta nel *range* tra più e meno 25%. I casi di sovrastima sono molto più numerosi (46%). Nella seconda settimana, i risultati migliorano con il 55% di letture entro l'intervallo. L'errore di sovrastima continua ad essere il più frequente (36%).

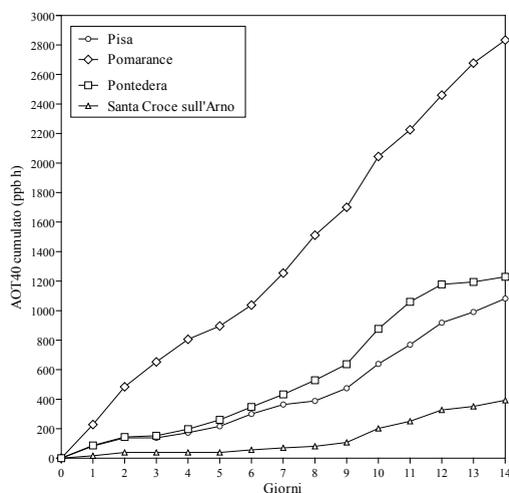


Figura 3: Andamento della AOT40 cumulata rilevata nelle quattro stazioni strumentali dei Comuni di Pisa, Pomarance, Pontedera e Santa Croce sull'Arno durante l'intero periodo di biomonitoraggio (18-31 maggio 2012).

Tabella 1: Valori di k come misura di riproducibilità delle stime dei ragazzi rispetto a quelle dell'operatore; z indica la significatività statistica (per $P \leq 0,05$) dei k ottenuti.

Scuola secondaria di grado	k	z	Riproducibilità
Primo	0,29	53,4	Marginale
Secondo	0,45	46,6	Buona

La Figura 5 mostra le variazioni dell'IDC nell'ambito dell'intero periodo di monitoraggio. I valori medi e mediani degli studenti di primo grado sono superiori rispetto a quelli di riferimento (+19 e +25%, rispettivamente); la stessa situazione è osservata per gli allievi di secondo grado (+17% sia per la media che per la mediana). Per le scuole secondarie di primo grado, le risposte hanno messo in luce un basso livello di

accuratezza e un grado di riproducibilità marginale, così come evidenziato dalla statistica k (Tabella 1). Per gli studenti di secondo grado, i risultati migliorano nettamente per entrambi i parametri.

Per gli alunni di primo grado, la ripetibilità è piuttosto elevata ($88 \pm 17,5\%$). Il tempo richiesto per la lettura di ogni cotiledone per l'attribuzione dell'IDC varia tra 2 e 9 secondi. Il coefficiente di auto-apprendimento (L) è nullo, ovvero non esistono differenze tra le due letture: infatti, la seconda risulta migliore della prima per cinque studenti su 10 e peggiore per i restanti cinque. Anche per gli allievi di secondo grado, la ripetibilità è buona ($76 \pm 32,7\%$). L'auto-apprendimento è scarso: la seconda lettura è migliore della prima nel caso di 11 alunni, ma per i restanti 10 si verifica il contrario. Il tempo necessario per l'attribuzione dell'IDC a ciascun cotiledone varia da 3 a 15 secondi.

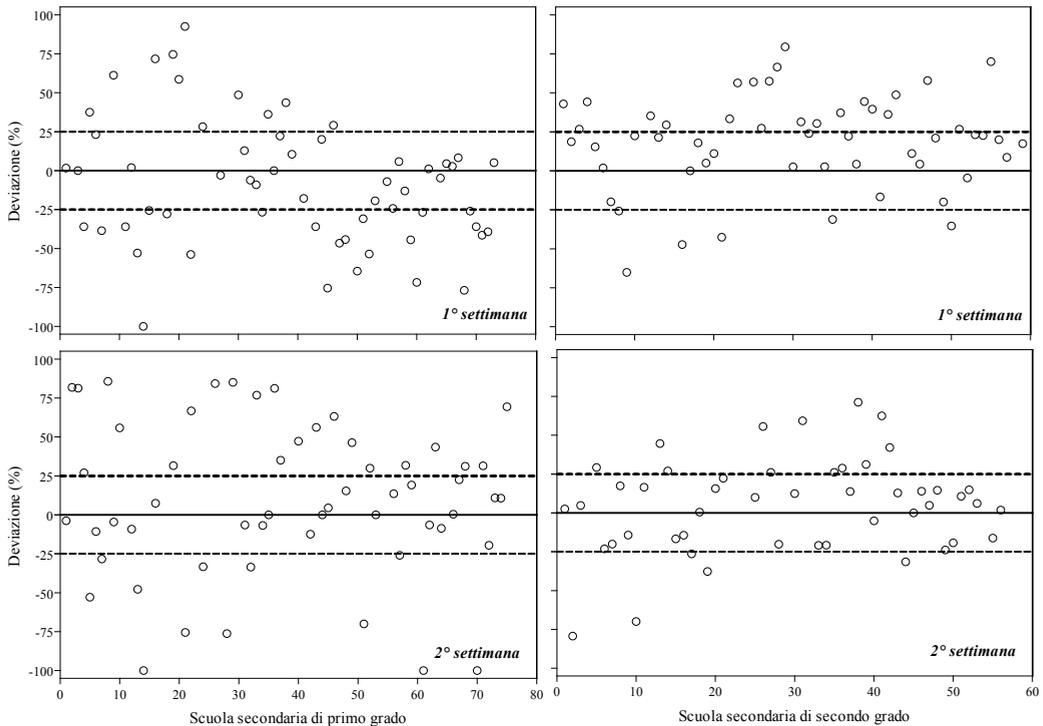


Figura 4: Distribuzione della deviazione percentuale tra l'indice di danno cotiledonare calcolato dagli studenti e quello valutato dall'operatore (uguale a 0; linea continua). Le linee tratteggiate indicano l'intervallo tra più e meno 25%. In figura, non sono riportate le deviazioni al di sopra e al di sotto del 100%.

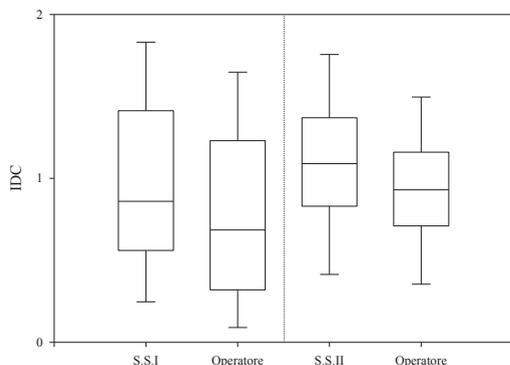


Figura 5: Box e whisker relativi agli indici di danno cotiledonare calcolato dagli studenti rispetto a quello valutato dall'operatore. Per ogni box, la linea più alta rappresenta il 95° percentile, la più bassa il 5°; il box individua, dall'alto, il 75°, il 50° (mediana) ed il 25° percentile.

L'andamento spaziale dei valori di IDC, distinti in classi di ampiezza uguali alla sensibilità del metodo e superiori alla deviazione *standard* dei valori medi tra tutte le stazioni, è presentato nella Figura 6, che mette in evidenza come gli effetti negativi prodotti dall'O₃ interessino maggiormente le zone limitrofe alla città di Pontedera, con livelli prevalenti in dipendenza di diversi fattori. La Figura 7, che mostra l'andamento spaziale dei valori di AOT40, conferma come questo parametro sia maggiore alla stazione di Pontedera. Confrontando le Figure 6 e 7, è evidente come la distribuzione spaziale dell'O₃ elaborata attraverso gli IDC sia molto meno uniforme rispetto a quella "restituita" con le AOT40.

Discussione e Conclusioni

Già nel periodo primaverile del 2012, l'O₃ è presente al di sopra dei livelli di *background* in tutta l'area indagata, sia nelle aree urbane che nelle zone rurali. Ciò non è sorprendente, dal momento che il contesto geografico e climatico della Toscana favorisce il raggiungimento di livelli elevati di questo inquinante fotochimico [15]. Il suo andamento è tipico delle zone pianeggianti e situate sul livello del mare [16] per tutte le stazioni osservate, come già rilevato in altre località della Toscana costiera [17]; eccede a questo

comportamento la zona di Pomarance, dove la soglia di 40 ppb viene oltrepassata sistematicamente anche durante le ore serali. In effettivi, recenti risultati dimostrano che l'adozione di una soglia critica di danno che prende in considerazione solo i valori diurni è piuttosto riduttiva [18], in quanto non solo il livello di O₃ può risultare elevato anche di notte ma, parallelamente, in molte piante si riscontra una certa conduttanza stomatica [19].

Il progetto si è rivelato un successo sul piano educativo: gli obiettivi prefissati, ovvero quelli di consentire agli studenti (ma anche ai familiari e agli insegnanti) di "toccare con mano" gli effetti biologici dell'inquinamento dell'ambiente in cui vivono, sono stati raggiunti. Essi hanno anche verificato che – nonostante che il monitoraggio dell'O₃ costituisca una priorità ambientale – il numero degli analizzatori chimico-fisici tradizionali è insufficiente a descrivere nel dettaglio i livelli di contaminazione in un'area vasta come quella studiata. Inoltre, occorre sottolineare come i valori osservati durante questo periodo non esprimano il peggiore scenario possibile, in quanto osservati solo all'inizio della stagione fotochimica.

In generale, il *kit* di germinelli di tabacco super-sensibile per il monitoraggio dell'O₃ ha dimostrato di essere uno strumento semplice da gestire, anche quando utilizzato da operatori inesperti, come gli studenti. I problemi legati alla affidabilità della valutazione visiva dei sintomi da O₃ effettuata da personale inesperto sono già stati analizzati [20]. Per gli stimoli visivi che induce, esso è utile per tracciare percorsi formativi a carattere interdisciplinare sotto il dominio del *problem solving*, in modo da migliorare la loro consapevolezza (ma anche quella di insegnanti e familiari) e il loro coinvolgimento su temi importanti come la salute ambientale [21]. Infatti, sebbene si sia trattato principalmente di un esercizio educativo, l'indagine ha prodotto un quadro sulla situazione dell'inquinamento atmosferico nell'area saggiata, che ha contribuito alla conoscenza della qualità dell'aria in Toscana.

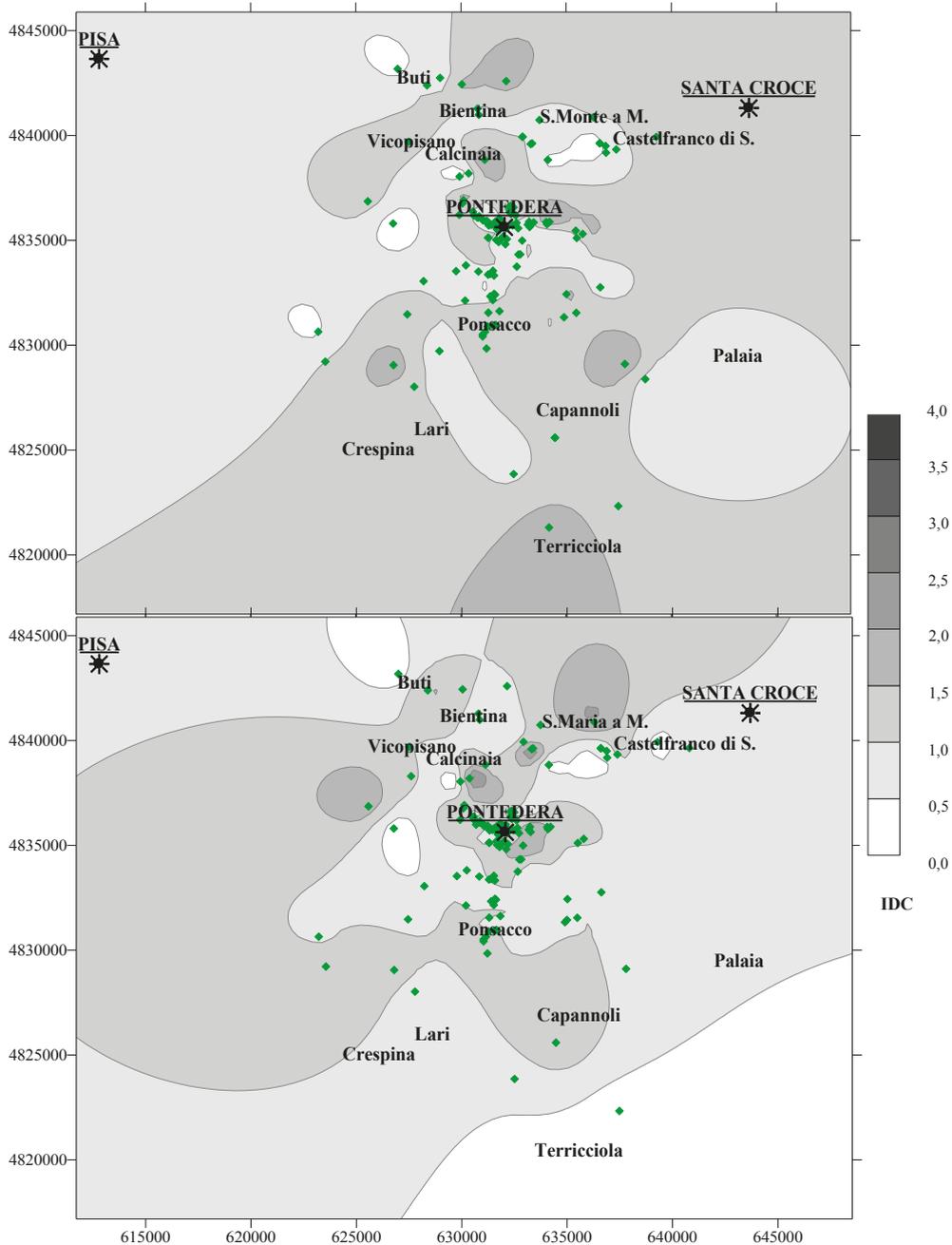


Figura 6: Andamento spaziale degli Indici di Danno Cotiledonare (IDC) rilevati dagli studenti durante la prima (sopra) e la seconda (sotto) settimana di esposizione. A destra è riportata la scala di intensità di danno (cfr. Materiali e Metodi).

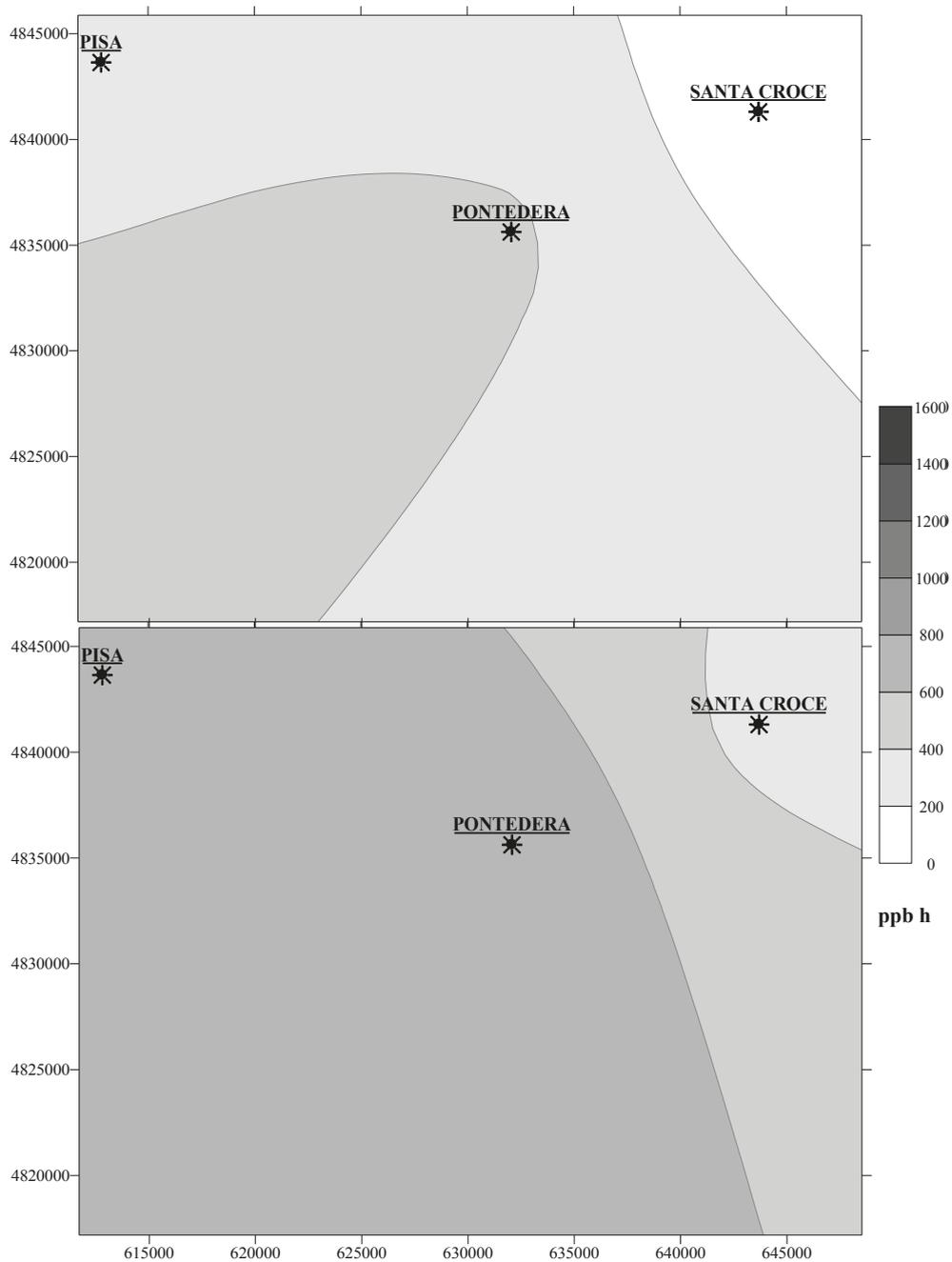


Figura 7: Andamento spaziale dei valori di AOT40 nell'area di studio, calcolati sulla base delle concentrazioni orarie di ozono nelle stazioni strumentali dei comuni di Pisa, Pontedera e Santa Croce sull'Arno durante la prima (sopra) e seconda (sotto) settimana di esposizione.



Ringraziamenti

Le attività sperimentali sono state svolte nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa e l'Unione dei Comuni della Valdera (Pisa). Un sentito ringraziamento va ai Professori Maria Vittoria Forte, Mariarita Fruszetti, Laura Pieretti, Mariateresa Scibilia, Enzo Spera e Anna Zucchelli, e alle scuole di Pontedera che hanno partecipato all'iniziativa: Istituto Comprensivo "Gandhi" (classe IB), Istituto Comprensivo "Antonio Pacinotti" (classi IA, IB, IC e ID), Liceo Scientifico Classico "XXV Aprile" (classi IIC, IIE e IIF).

Bibliografia

- [1] I. González-Fernández, V. Bermejo, S. Elvira, D. de la Torre, A. González, L. Navarrete, J. Sanz, H. Calvete, H. Garcia-Gómez, A. López, J. Serra, A. Lafarga, A.P. Armesto, A. Calvo, R. Alonso, *Atmos. Environ.* 2013, 67: 149.
- [2] E. Pellegrini, G. Lorenzini, C. Nali, *Water Air Soil Pollut.* 2007, 181: 401.
- [3] European Environment Agency. Air pollution by ozone across Europe during summer 2012. Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April-September 2012. Technical Report No 3/2013, European Environment Agency. Copenhagen: 2013.
- [4] Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale in Toscana: <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/sistema-di-rilevamento>.
- [5] G. Lorenzini, C. Nali, *Le piante e l'inquinamento dell'aria*. Springer. Milano: 2005.
- [6] C. Nali, G. Lorenzini, *Environ. Monit. Assess.* 2007, 131: 201.
- [7] A. Francini, E. Pellegrini, G. Lorenzini, C. Nali, *J. Environ. Monit.* 2009, 11: 736.
- [8] G. Lorenzini, C. Nali, *J. Biol. Educ.* 2004, 38: 158.
- [9] G. Lorenzini, *Appl. Biochem. Biotech.* 1994, 48:1.
- [10] G. Lorenzini, *Piante vascolari come bioindicatori della qualità dell'aria (inquinamento da ozono): proposte metodologiche*. In *Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale*. ANPA. Roma: 1999.
- [11] L. Kärenlampi, L. Skärby, *Critical levels for ozone in Europe: testing and finalizing the concepts*. University of Kuopio. Finland: 1996.
- [12] R.A. Olea, *J. Geophys. Res.* 1974, 79: 695.
- [13] J. Cohen, *Educ. Psychol. Meas.* 1960, 20: 37.
- [14] J.L. Fleiss, J.C. Nee, J.R. Landis, *Psychol. Bull.* 1979, 86: 974.
- [15] C. Nali, M. Ferretti; M. Pellegrini, G. Lorenzini, *Environ. Monit. Assess.* 2001, 69: 159.
- [16] B. Chevone, W. Manning, A. Varbanov, S. Krupa, *Environ. Pollut.* 1998, 103: 103.
- [17] G. Lorenzini, C. Nali, M. Biagioni, *Sci. Total Environ* 1995, 166: 193.
- [18] R. Matyssek, M.S. Günthardt-Goerg, S. Maurer, T. Keller, *Tree Physiol.* 1995, 15: 159.
- [19] R.C. Musselman, T.J. Minnik, *Atmos. Environ.* 2000, 34: 719.
- [20] G. Lorenzini, C. Nali, M.R. Dota, F. Martorana, *Environ. Monit. Assess.* 2000, 62: 175.
- [21] G. Lorenzini, E. Pellegrini, *Le iniziative dell'Università di Pisa nel campo dell'educazione ambientale e alimentare*. Tipografia Editrice Pisana. Pisa: 2012.

Repellenza degli oli essenziali di piante officinali nei confronti della zanzara tigre *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae)

Barbara Conti*¹, Giovanni Benelli¹

Parole chiave: coriandolo, DEET, N, N -dietil-3-metilbenzamide, tempo di protezione, WHO

I problemi medici ed economici correlati alla presenza della zanzara tigre, Aedes albopictus (Diptera: Culicidae), sono dovuti al suo comportamento ectoparassitario e alla trasmissione di molte malattie, in particolare arbovirus e parassiti quali diverse specie di filarie. La difficoltà del controllo larvale, la scarsità di possibilità applicative riguardanti il rilascio di organismi larvivori all'interno di programmi di lotta biologica e l'alto impatto ambientale dei trattamenti adulcidi fa sì che la soluzione più efficace per la protezione contro le punture di A. albopictus sia l'uso di prodotti repellenti per uso personale, quali il DEET (N, N -dietil-3-metilbenzamide). Questo composto, pur possedendo un alto potere repellente nel tempo, presenta alcuni svantaggi, tra i quali effetti tossici sugli esseri umani, in particolare su bambini e anziani. Nel tentativo di sviluppare valide alternative a questa molecola di sintesi, sono state recentemente studiate numerose sostanze naturali ad elevata attività repellente nei confronti dei ditteri culicidi, come ad esempio gli estratti vegetali e gli oli essenziali di alcune piante aromatiche.

Nel presente lavoro abbiamo confrontato la repellenza esercitata da cinque oli essenziali (Hyptis suaveolens Poit., Salvia longifolia Nutt., S. sclarea L. (Lamiaceae), Ruta chalepensis L. (Rutaceae) e Coriandrum sativum L. (Apiaceae)), tra i quali quello più efficace è risultato l'olio di C. sativum. I risultati dei test di laboratorio – mediante i quali è stato possibile determinare l'Efficacia di Protezione Percentuale (EP%), il Tempo Totale di Protezione (TTP) e la Dose Repellente al 50% e 90% (RD₅₀ e RD₉₀) – hanno previsto il confronto dell'attività repellente dei composti vegetali menzionati con quella della molecola di sintesi più utilizzata, ovvero il DEET.

Introduzione

Nella zona tropicale, le zanzare sono vettori di numerose malattie che contribuiscono alla povertà e al disagio sociale dei paesi in via di sviluppo. In Europa, le zanzare sono inoltre importanti parassiti umani giacché le loro punture possono causare, oltre al ben noto fastidio, reazioni allergiche cutanee locali come angiodermia e orticaria.

Tra i Culicidae, *Aedes albopictus* Skuse, comunemente nota come “zanzara tigre asiatica”, è ritenuta la specie più invasiva al mondo. Questa zanzara è infatti in grado di adattarsi rapidamente a diversi ambienti antropici grazie alla

sua plasticità ecologica e fisiologica [1]. Recentemente, la zanzara tigre ha invaso molti paesi, diffondendosi rapidamente in Europa, Nord e Sud America, Caraibi, Africa e Medio Oriente. La sua importanza medica è dovuta principalmente alla sua attività trofica diurna risultando molto aggressiva nei confronti degli esseri umani, e alla sua capacità di trasmettere numerose malattie.

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Ambientali e Agro-alimentari, Università di Pisa

* email: bconti@agr.unipi.it

La specie è vettore di molti virus. Tra questi si annoverano febbre gialla, West Nile, encefalite giapponese, St. Louis (Flaviridae, genere *Flavivirus*) così come chikungunya, encefalite equina orientale, venezuelana e occidentale, Ross River, Sindbis, Mayaro, Getah (Togaviridae, genere *Alphavirus*) nonché Potosi, San Angelo, La Crosse, Jamestown Canyon (Bunyaviridae, genere *Bunyavirus*), febbre della Valle del Rift (Bunyaviridae, genere *Phlebovirus*) e Orungo (Reoviridae, genere *Orbivirus*). *A. albopictus* è anche vettore di filariosi come *Dirofilaria immitis* Leidy, *Dirofilaria repens* Railliet & Henry e *Setaria labiatopapillosa* Perroncito [2]. Poiché non ci sono vaccini o farmaci contro la maggior parte dei patogeni e parassiti trasmessi da *A. albopictus*, il controllo del vettore rimane lo strumento fondamentale per la prevenzione. Genericamente, il modo per ridurre le popolazioni di zanzare consiste nell'effettuare trattamenti larvicidi con fosfororganici, regolatori di crescita o con *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* [3]. Tuttavia, tra i fosfororganici più comunemente utilizzati, le popolazioni di *A. albopictus* di Singapore, Vietnam e Texas hanno mostrato resistenza al malathion, quelle della Malesia al fenthion e, quelle del Madagascar, al fenitrothion [4]. Inoltre, a causa della peculiare biologia larvale di *A. albopictus*, che si sviluppa in piccole raccolte di acqua in ambienti peri-domestici, *B. thuringiensis* non risulta utilizzabile contro questa zanzara [5]. Le strategie di controllo biologico che prevedono il rilascio di predatori larvali necessitano, allo stato attuale, di ulteriori ricerche. Anche i trattamenti adulticidi, generalmente effettuati con piretroidi, sono poco efficaci nei confronti del parassita e ad alto impatto ambientale. Per questi motivi, vi è la necessità di trovare valide alternative per il controllo dell'attività parassitaria di *A. albopictus*.

Uno dei sistemi più antichi e comuni per la protezione personale contro le punture di zanzare è l'applicazione di repellenti sulla pelle. Tra le molecole repellenti in commercio, il DEET (N, N -dietil-3-metilbenzamide) fornisce una protezione duratura contro le punture di zanzara ma è un composto neurotossico ed irritante per le mucose. Sono stati segnalati numerosi casi di tossicità di questa sostanza anche se generalmente associati a ripetute applicazioni e sovradosaggio. Recentemente, sono state condotte numerose ricerche finalizzate alla valutazione della bioattività

di composti di origine naturale (come ad esempio estratti vegetali ed oli essenziali) nei confronti di una vasta gamma di insetti tra cui ditteri di interesse agrario [6, 7], coleotteri che attaccano le derrate alimentari [8] e zanzare [9, 10]. Scopo del presente lavoro è di fornire un confronto tra la repellenza offerta da alcuni oli essenziali testati in laboratorio versus l'N, N -dietil-3-metilbenzamide, nei confronti della zanzara tigre asiatica, *A. albopictus*.

Dati sperimentali

Soluzioni utilizzate

Gli oli essenziali utilizzati per la valutazione dell'attività repellente nei confronti di adulti di *A. albopictus* sono stati estratti da cinque diverse piante selvatiche o coltivate: *Hyptis suaveolens* Poit., *Salvia longifolia* Nutt., *S. sclarea* L. (Lamiaceae), *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) e *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae). Le soluzioni di DEET utilizzate sono state preparate con N, N -dietil-3-metilbenzamide commerciale (Sigma Aldrich®).

Allevamento di *A. albopictus*

Gli insetti utilizzati nei biosaggi sono stati ottenuti da uova deposte da esemplari selvatici su stecche di masonite posizionate in vasi di materiale plastico nero contenenti acqua, collocati in pieno campo. Le stecche di masonite con le uova sono state raccolte quotidianamente, mantenute a secco per 24 ore e quindi immerse in acqua minerale (25 ± 1 °C, fotoperiodo naturale). Le larve appena schiuse sono state poste in acqua minerale e fornite di una piccola quantità di alimento per gatti fino al raggiungimento dello stadio di pupa quando, in una vaschetta, sono state trasferite in una gabbia per lo sfarfallamento. Tale gabbia era costituita da un cilindro di Plexiglas (diametro: 35 cm, lunghezza: 60 cm) dotata di una porta di accesso frontale in tessuto. Gli insetti adulti (300 individui/gabbia, sex ratio 1:1), nutriti con una soluzione di saccarosio al 10%, sono stati mantenuti a 25 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ U.R. e fotoperiodo naturale.

Valutazione dell'attività repellente vs. *A. albopictus*

La repellenza degli oli essenziali e del DEET è stata valutata, nella fascia oraria compresa tra le ore 8:00 e le 18:00, utilizzando la tecnica

“human-bait”, riportata nel protocollo dell’Organizzazione Mondiale della Sanità 2009 [modificato come riportato in 11, 12]. I biosaggi sono stati condotti durante le estati 2011-2013.

Per ogni test, sono state utilizzate circa 150 femmine di *A. albopictus* di 7-10 giorni di età, nullipare e che non avevano effettuato il pasto di sangue. È stata richiesta la collaborazione di dieci volontari, scelti tra soggetti non allergici, che almeno 12 ore prima della prova non avessero utilizzato lozioni, saponi, profumi o creme. Dopo aver lavato le mani in acqua distillata, essi hanno protetto le braccia con maniche di stoffa e indossato guanti di lattice sui quali, in corrispondenza del dorso della mano, è stata aperta una finestra di 5 × 5 cm. Come controllo tale superficie libera della mano è stata trattata con 100 µl di etanolo e quindi inserita nella gabbia. Pari superficie libera dell’altra mano è stata poi trattata con 100 µL di soluzione di olio essenziale o N, N -dietil-3-metilbenzamide in etanolo a 15 diverse concentrazioni comprese tra 0.00002 e 0.2 µL/cm² di pelle. Ogni concentrazione è stata replicata 5 volte. All’inizio la superficie libera della prima mano è stata esposta per 3 minuti nella gabbia ed è stato registrato il numero di insetti che hanno tentato di pungere, poi nella stessa gabbia è stata esposta la mano trattata con la soluzione di olio o di DEET per lo stesso intervallo di tempo, rilevando anche in questo caso il numero di insetti che hanno tentato di pungere. La percentuale di repellenza, espressa come efficacia di protezione percentuale (EP%) è stata calcolata come media di 5 repliche per ogni dose, utilizzando la formula che segue:

$$EP\% = [(n. \text{ di insetti registrati nel controllo} - n. \text{ di insetti registrati nella mano trattata}) / n. \text{ di insetti registrati nel controllo}] \times 100.$$

I valori delle EP% medie sono stati poi utilizzati per il calcolo della dose repellente al 50% e 90% (RD₅₀ e RD₉₀). Per calcolare il tempo di protezione totale (TPT) il test è stato ripetuto ogni 5 minuti per la concentrazione più bassa e ogni 10 minuti per le altre concentrazioni, finché non ci sono stati 2 tentativi di puntura in un’unica esposizione, oppure un tentativo in ognuna di due esposizioni consecutive. Il periodo compreso tra l’applicazione del prodotto repellente e il primo di due tentativi di puntura in un’unica esposizione, oppure il primo tentativo di due ottenuti in due esposizioni consecutive, è stato registrato come TPT. Il TPT di ogni concentrazione è stato

calcolato come media di 5 repliche. Ogni concentrazione delle varie soluzioni è stata testata per un periodo totale di 90 minuti.

Analisi statistica

I dati sono stati analizzati utilizzando un modello lineare generalizzato (GLM) (JMP® SAS, 1999) con due fattori d’interazione, il dosaggio del composto repellente e il tempo: $y_j = \mu + D_j + T_j + D_j * T_j + E_j$ in cui Y_j è l’osservazione, μ è la media complessiva, D_j il dosaggio ($j = 1-6$), T_j il tempo, ($j = 1-8$), $D_j * T_j$ l’interazione tra dose e il tempo, e e_j l’errore residuo.

Le RD₅₀ e RD₉₀ sono state calcolate utilizzando Prisma 5 (GraphPad® software, San Diego, California). I limiti inferiore e superiore sono stati fissati pari a 0 (nessuna repellenza) e 100 (repellenza totale).

Risultati

Tra i cinque oli essenziali estratti da piante selvatiche o coltivate di *H. suaveolens*, *S. longifolia*, *S. sclarea*, *R. chalepensis* e *C. sativum*, testati, quello più efficace nel respingere gli adulti di *A. albopictus* è risultato l’olio di *C. sativum*. Infatti, la sua RD₅₀ è assai più bassa rispetto a quella degli altri quattro oli essenziali testati (Fig. 1).

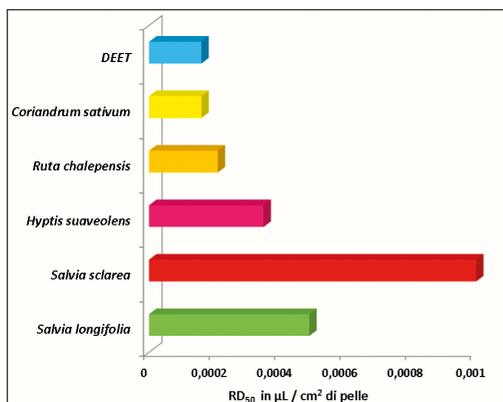


Figura 1: RD₅₀ di cinque oli essenziali estratti da piante aromatiche (*Hyptis suaveolens*, *Salvia longifolia*, *S. sclarea*, *Ruta chalepensis*, *Coriandrum sativum*) e del DEET valutata nei confronti di adulti di *Aedes albopictus* [13 e referenze in esso contenute].

In particolare la RD_{50} è stata pari a 0.0001565 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ di pelle (intervallo di confidenza 95%: 0.0001306-0.0001876 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ di pelle; equazione di regressione: $y = 87.42x + 44.267$) e RD_{90} uguale a 0.0004344 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ (intervallo di confidenza 95%: 0.0002004 - 0.0009413 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ della pelle). I risultati del GLM condotto sui dati relativi al tasso di repellenza, ha evidenziato differenze significative in funzione della dose ($F = 85.11$; *gradi di libertà* = 5, $P < 0.0001$), del tempo ($F = 281.89$, *gradi di libertà* = 7, $P < 0.0001$) e dell'interazione dose*tempo ($F = 6.02$; *d.f.* = 35, $P < 0.0001$). L'olio di *C. sativum* è risultato palesemente il più efficace e, confrontato con il DEET ($RD_{50} = 0.0001622$ $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ di pelle; RD_{90} a 0.0004285 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$), ha mostrato un'attività repellente (in termini di RD) del tutto analoga. L'efficacia di protezione percentuale alle varie concentrazioni testate è pari a circa il 100% subito dopo l'applicazione della soluzione fino ad un valore soglia di 0.024 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ della pelle (corrispondente ad una concentrazione pari allo 0.6% di olio essenziale) sotto al quale la repellenza diminuisce al diminuire della concentrazione. Tuttavia, anche se al dosaggio più alto testato (0.2 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ della pelle) l'efficacia di repellenza percentuale dell'olio di *C. sativum* si mantiene intorno al 100% anche dopo 60 minuti, alle concentrazioni più basse il tempo di protezione di quest'ultimo, a parità di concentrazione, è molto simile a quello del DEET. Infatti, alla concentrazione dell'1% (v:v), corrispondente alla dose di

0.04 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ di pelle, confrontando i tempi di protezione delle due sostanze, l'efficacia di repellenza percentuale dell'olio essenziale di coriandolo, registrata al passare del tempo non presenta differenze statisticamente significative se non dopo 60 minuti quando la repellenza del primo si mantiene oltre il 30% fino a 90 minuti mentre quella del DEET si azzerava (Tab. 1).

Le analisi dell'olio essenziale ottenuto da frutti di *C. sativum* sono state effettuate mediante GC-EIMS ed hanno portato all'identificazione di 18 composti rappresentanti il 99.3% dell'intera composizione dell'olio. Quest'ultimo è risultato essere composto principalmente da monoterpeni idrocarburi (9 composti: 6.9% della composizione) e monoterpeni ossigenati (8 composti: 92.4% dell'intero olio). Il costituente principale di quest'olio essenziale è il linalolo (83.6%) [13].

Discussione

Tra i composti naturali, numerosi oli essenziali estratti da piante aromatiche sono stati evidenziati come bioattivi contro i Ditteri Culicidi se utilizzati come adulticidi, larvicidi, ovidici, deterrenti dell'ovideposizione, inibitori della riproduzione e/o repellenti per gli adulti [13, 14, 15, 16]. Nel presente lavoro è stata confrontata la repellenza, precedentemente accertata, nei confronti di *A. albopictus*, di cinque oli essenziali estratti da

Tabella 1: Tempo di protezione totale (TPT) di DEET (a sinistra) e dell'olio essenziale (OE) di coriandolo (a destra), entrambi valutati alla concentrazione dell'1% (0.04 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ di pelle). I valori medi dell'efficacia di protezione percentuale seguiti da lettere diverse sono significativamente differenti ($P < 0.05$, GLM, Tukey-Kramer HSD test).

TPT DEET			TPT OE Coriandolo		
Tempo (minuti)	Efficacia di Protezione %	\pm SD	Tempo (minuti)	Efficacia di Protezione %	\pm SD
0	96.14 ab	3.58	0	100 a	0.00
15	80.54 abc	10.54	15	90.52 abc	9.18
30	76.41 bcd	6.34	30	76.68 bcde	15.45
45	59.64 cdef	12.67	45	62.97 bcdef	19.04
60	28.73 efg	14.37	60	57.77 defg	20.98
75	0 h	0.00	75	33.68 fg	38.66
90	0 h	0.00	90	30.30 fg	41.49

piante selvatiche o coltivate di *H. suaveolens*, *S. dorisiana*, *S. longifolia*, *S. sclarea*, *R. chalepensis*, e *C. sativum* (di cui si riporta il dettaglio essendo risultato il più efficace) con quella esercitata da una molecola di sintesi altamente repellente quale quella del N, N -diethyl-3-metilbenzamide. Riteniamo che la diversa repellenza esercitata da questi oli essenziali nei confronti degli adulti di *A. albopictus* sia dovuta a differenze di composizione e concentrazione di alcuni componenti. Nel dettaglio, è stato osservato che l'olio essenziale di *C. sativum* è un buon repellente contro *A. albopictus*, anche a dosi molto basse. L'attività repellente di *C. sativum* potrebbe essere dovuta principalmente alla presenza di linalolo in quanto costituente maggiore. Questa molecola è già nota come efficace repellente contro altre specie di zanzare [18]. Relativamente alla repellenza esercitata dall'olio essenziale intero, in accordo con i nostri risultati, è stato recentemente riportato che estratti in metanolo e in acetato di etile di semi di coriandolo, testati alla concentrazione di 500 ppm, sono stati in grado di respingere gli adulti di *A. stephensi* e *Culex quinquefasciatus* per almeno 50 minuti [19]. Inoltre, è stato osservato che altre accessioni di olio essenziale di coriandolo (es. JinArome, USA) hanno mostrato tassi di repellenza analoghi a quelli da noi individuati dal momento che al dosaggio di 0.005 mg/cm² pari a circa 0.0057 µL/cm² di pelle è stata ottenuta una repellenza del 40% dopo 10 minuti mentre nel nostro caso con concentrazione pari a 0.004 µL/cm² di pelle (corrispondente a 0.1%) anche se subito dopo l'applicazione la repellenza era pari al 91%, dopo 15 minuti è risultata mediamente del 46% [20].

Conclusioni

Le prove di repellenza condotte con cinque diversi oli essenziali presso il laboratorio di Entomologia Agraria dell'Università di Pisa hanno evidenziato che, pur esplicitando tutti buona repellenza, l'olio essenziale di *C. sativum* è un ottimo repellente contro *A. albopictus*. L'olio essenziale presenta, oltre che una spiccata efficacia di protezione percentuale, anche a basse dosi, RD₅₀ e RD₉₀ analoghe a quelle del DEET ed è anche leggermente più duraturo nel tempo. Su questa base, riteniamo che i nostri risultati possano essere utilizzati per lo sviluppo di nuovi e più sicuri

formulati repellenti da utilizzare per la protezione personale contro le punture di *A. albopictus*.

Bibliografia

- [1] Benedict M.Q., Levine R.S., Hawley W.A., Lounibos L.P. Spread of the Tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vect Bor Zoon Dis* 2007; 7, 76-85.
- [2] Paupy C., Delatte H., Bagny L., Corbel V., Fontenille D. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to light. *Microb Infect* 2009; 11, 1177-1185.
- [3] Koren G., Matsui D., Bailey B. DEET-based insect repellents: safety implications for children and pregnant and lactating women. *Canad Med Assoc J* 2003; 169, 209-212.
- [4] Rai K.S. *Aedes albopictus* in Americas. *Annu Rev Entomol* 1991; 6, 459-484.
- [5] Brown A.W.A. Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. *J Am Mosq Control Assoc* 1986; 2, 123-140.
- [6] Benelli G., Flamini G., Canale A., Cioni P.L., Conti B. Toxicity evaluation of different essential oil formulations against the Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera Tephritidae). *Crop Protect* 2012a; 42, 223-229.
- [7] Canale A., Benelli G., Conti B., Lenzi G., Flamini G., Francini A., Cioni P.L. Ingestion toxicity of three Lamiaceae essential oils incorporated in protein baits against the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera Tephritidae). *Nat Prod Res* 2013; doi: 10.1080/14786419.2013.784871.
- [8] Benelli G., Flamini G., Canale A., Molfetta I., Cioni P.L., Conti B. Repellence of *Hyptis suaveolens* L. (Lamiaceae) whole essential oil and major constituents against adults of the granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Dryophthoridae). *Bull Insectol* 2012b; 65, 177-183.
- [9] Amer A., Mehlhorn H. Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). *Parasitol Res* 2006; 99, 466-472.
- [10] Conti B., Benelli G., Flamini G., Cioni P.L., Profeti R., Ceccarini L., Macchia M., Canale A. Larvicidal and repellent activity of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) essential oil against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 2012a; 110, 2013-2021.

- [11] Conti B., Benelli G., Leonardi M., Afifi U.F., Cervelli C., Profeti R., Pistelli L., Canale A. Repellent effect of *Salvia dorisiana*, *S. longifolia* and *S. sclarea* (Lamiaceae) essential oils against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitol Research* 2012b; 111:291-299.
- [12] Conti B., Leonardi M., Pistelli L., Profeti R., Ouerghemmi I., Benelli G. Larvicidal and repellent activity of essential oils from wild and cultivated *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) against *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae), an arbovirus vector. *Parasitol Res* 2013; 112, 991-999.
- [13] Benelli G., Flamini G., Fiore G., Cioni P.L., Conti B. Larvicidal and repellent activity of the essential oil of *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) fruits against the filariasis vector *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 2013; 112, 1155-1161.
- [14] Govindarajan M., Sivakumar R. Adulticidal and repellent properties of indigenous plant extracts against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 2012; 110, 1607-1620.
- [15] Hafeez F., Akram W., Shaalan E.A. Mosquito larvicidal activity of citrus limonoids against *Aedes albopictus*. *Parasitol Res* 2011; 109, 221-229.
- [16] Giatropoulos A., Papachristos D.P., Kimbaris A., Koliopoulos G., Polissiou M.G., Emmanouel N., Michaelakis A. Evaluation of bioefficacy of three *Citrus* essential oils against the dengue vector *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in correlation to their components enantiomeric distribution. *Parasitol Res* 2012; 111, 2253-2263.
- [17] Govindarajan M., Mathivanan T., Elumalai K., Krishnappa K., Anandan A. Mosquito larvicidal, ovicidal, and repellent properties of botanical extracts against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti*, and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 2011; 109, 353-367.
- [18] Hwang Y.S., Wu K.H., Kumamoto J., Axelrod H., Mulla M.S. (1985) Isolation and identification of mosquito repellents in *Artemisia vulgaris*. *J Chem Ecol* 1985; 11, 1297-1306.
- [19] Kang S.H., Kim M.K., Seo D.K., Noh D.J., Yang J.O., Yoon C., Kim G.H. Comparative repellency of essential oils against *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *J Korean Appl Biol Soc* 2009; 52, 353-359.
- [20] Kamaraj C., Rahuman A.A., Bagavan A., Elango G., Zahir A.A., Santhoshkumar T. Larvicidal and repellent activity of medicinal plant extracts from Eastern Ghats of South India against malaria and filariasis vectors. *Asian Pacif J Tropic Med* 2011, 698-705.

Dal litorale di Antignano evidenze geologiche a sostegno delle più recenti ipotesi sulla formazione della catena nordappenninica

M. Rossi^{1*}, P.L. Vercesi²

Parole chiave: vulcanesimo cretaceo, fase orogenica eoalpina, idrotermaliti, evoluzione tettonica

Lungo il litorale a sud di Livorno affiora estesamente una successione rocciosa, di ritenuta età cenomaniana, appartenente al Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora.

I litotipi costituenti sono: alternanze di siltiti ed argilliti più o meno manganesifere nerastre, grigie o marroni, in strati centimetrici od al massimo decimetrici, arenarie calcaree e calcareniti fini, talora silicizzate, calcari fini di color nocciola o "tipo palombino", arenarie quarzoso-feldspatiche grigie, anche con spessore di strato di circa un metro, livelletti diasprigni neri, "breccie", prevalentemente calcareo-marnose, e piccoli "olistostromi" finora attribuiti alla successione ofiolitica appenninica (detti "idrotermaliti" per il loro notevole contenuto di mineralizzazione di origine idrotermale).

Queste diverse litologie sono organizzate in rapporti reciproci del tutto peculiari che vengono qui riconsiderati e, mantenendo fissa la loro riconosciuta associazione strutturale con la Formazione di Monte Morello (localmente nota come Formazione di Poggio San Quirico) e con quella delle argilliti varicolori del Fortulla (ridefinite recentemente come Membro del Fortulla della Formazione di S. Fiora), ne consegue una preziosa testimonianza a favore delle più avanzate ipotesi geodinamiche sui primi momenti di formazione dell'orogeno nordappenninico. Più precisamente, nella successione di Antignano si possono evidenziare: fenomeni collegabili ad una "retrovergenza" appenninica delle prime traslazioni eoalpine (a questa latitudine esprimendosi pienamente nei sovrascorrimenti della Corsica), l'incipiente delinarsi del Bacino Terziario Australpino Interno e la riattivazione compressiva delle paleotrascorrenti già interessanti tutto il dominio ligure oceanico nel suo massimo momento espansivo; paleotrascorrenti che in fase postorogena alpina paleseranno la loro espressione regionale profonda anche sul margine continentale apulo-adriatico.

Con questo intendiamo affiancarci, ed ulteriormente sostenere, al punto di vista evolutivo che descrive la formazione della catene montuose del mediterraneo nord-occidentale per mezzo di una doppia presenza, non contemporanea, di piani di subduzione ad opposta vergenza, e visti come conseguenza necessaria l'uno dell'altro. In questo quadro generale deve poi essere enfatizzata, anche in questa zona, la presenza di un vulcanesimo cretaceo legato alla fase finale dell'espansione oceanica della Tetide occidentale e di una fascia di fratturazione precoce, a funzione "subduttiva" intraplacca, a vergenza opposta a quella oceanica responsabile della fase orogena eoalpina cretacea, fascia di tettonizzazione direttamente dipendente da quest'ultima fase nel senso geodinamico e strutturale, e dunque ad essa certamente coeva.

Introduzione

Si è lungamente dibattuto sulle fasi subduttive responsabili della evoluzione tettonica dell'antico oceano ligure-piemontese e quindi del costituirsi della catena alpina, a vergenza

europea, e di quella appenninica, a vergenza adriatica.

Larga parte del dibattito si è sviluppata sulla base delle diverse ricostruzioni paleogeografiche proposte che, comunque, hanno tutte avuto in comune gli elementi fondamentali riguardanti

l'originario bacino sedimentario in cui si deposero i terreni oggi costituenti la Formazione di S. Fiora, formata dai Membri di Antignano e del Fortulla, ambedue assegnati al cenomaniano:

- la Formazione di S. Fiora apparteneva al Dominio Australpino Interno, posto ad ovest della “Ruga Insubrica” (F. Baldacci et alii, 1972), una paleozona formata da una serie di rialzi allineati parallelamente al bordo della placca continentale Adria;
- la Ruga Insubrica separava il Dominio Australpino Interno da quello Esterno, detto anche Ultratoscane o Subligure, o della Unità di Canetolo; si ritiene che quest'ultima Unità sia stata a sua volta separata, verso est, dal Dominio Toscano, tramite un'altra soglia, meno marcata di quella insubrica, ma anch'essa caratterizzata, longitudinalmente, da un carattere discontinuo della sua morfologia;
- la Formazione di S. Fiora si sarebbe deposta, almeno per le sue successioni più esterne, su crosta continentale assottigliata, passante ad ovest a crosta oceanica accogliente i sedimenti delle diverse Unità del Dominio Ligure.

I terreni affioranti lungo il litorale a sud di Livorno sono stati descritti in numerosi lavori tra cui quello riguardante la geologia e la morfologia della parte settentrionale dei Monti Livornesi (A. Lazzarotto, R. Mazzanti & C. Nencini, 1990) da noi considerato un essenziale punto di partenza per la stesura di questa nota.

Dal punto di vista paleogeografico, abbiamo ritenuto di condividere il modello espresso in G. Plesi, M. Galli & G. Daniele, 2002, poichè apre alla possibilità di seguire la “trasformazione”, da nord a sud, del bacino del flysch di M.te Cassio in quello di S. Fiora, e quindi, alla probabile comune origine dei conglomerati dei Salti del Diavolo, delle arenarie di Ostia-Scabiazza e della Pietraforte toscana.

Nella suddetta pubblicazione viene poi delineata una evoluzione polifasica della catena appenninica che parte da una prima strutturazione a vergenza alpina di tutti i Domini Liguri (iniziata nel Cretaceo superiore basale e perdurante fino all'Eocene medio); a partire dall'Eocene superiore, si sarebbe poi verificata una retrovergenza “in blocco” del precedente edificio a falde, che sarebbe così sovrascorso verso est per riposizionarsi sulla placca insubro-adriatica in fase di scagliatura a vergenza appenninica.

Questo modo di vedere può trovare sostegno nei recenti lavori di S. Zanchetta et alii, 2011 e 2012, che riprendono riflessioni ripetutamente espresse a proposito della strutturazione a doppia vergenza di una catena montuosa nata con il concorso di un piano di subduzione immergente ad est, come nel caso di quella alpina. Riteniamo punto di avvio di queste riflessioni il lavoro di C. Doglioni del 1991. Tale catena viene sin dai suoi primi momenti formativi, ad assumere l'aspetto di un orogeno “doppio”, ovvero ampia sovrapposizione di falde dal lato di appoggio sul muro di subduzione ed embricazione di sovrascorrimenti successivi dal lato opposto.

Questi primi sovrascorrimenti, come nel caso del Sudalpino, o dell'Appennino Settentrionale più a sud, possono poi evolversi in un nuovo, ampio, edificio strutturale autonomo qualora vengano a trovarsi coinvolti nell'attività di un secondo piano subduzione immergente in senso contrario al precedente, ossia ad ovest.

L'orizzonte di riferimento si è chiuso con l'analisi della bibliografia relativa alla fase vulcanica del Cretaceo inferiore (lamprofiri alcalini “post-olfiolitici”) di cui si sono trovate sporadiche, ma significative, testimonianze (filoni strato o lave a cuscino) in diverse località della Toscana meridionale (Castiglioncello del Trinoro, Murci, area del Torrente Senna e del Fosso Ripiglio, Rapolano Terme).

Facciamo notare che queste rocce alcali basaltiche (“post-olfiolitiche”, ossia post-giurassiche) sono sempre risultate inserite in terreni originariamente di pertinenza del bacino di sedimentazione Australpino Interno della Formazione di S. Fiora.

Presentazione dei dati

Nel corso della ricerca si è riscontrato che i diversi affioramenti del Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora affioranti tra Villa

gli autori

¹ Geologo, Viale Sicilia 115 – Pavia

² Dip. Sci. Terra Univ. Pavia

* e-mail: rossimauro@hotmail.com.

Carolina, a nord, e la Torre del Boccale, a sud, pur essendo costituiti dalle medesime litofacies dovevano aver subito una storia deposizionale ed una evoluzione tettonica profondamente diverse.

Quelli più settentrionali si mostravano costantemente associati ad ammassi eterometrici alloc-toni formati da breccie (o da breccie di breccie) di formazioni rocciose diverse, calcaree e non, "olistostromi ofiolitici" della letteratura, rinsaldate da una abbondante matrice siliceo-carbonatica di origine idrotermale. Queste idrotermaliti, per erosione selettiva e reiterati franamenti dalla falesia costiera, hanno formato i grandi scogli (tipico quello detto Scoglio della Ballerina) che si susseguono lungo la spiaggia immediatamente a sud di Antignano.

Quando ancora "in posto" le idrotermaliti, specialmente quelle di modeste dimensioni e non calcaree, si mostrano costantemente "fasciate" da un'arenaria verde, o giallo-verde, a sua volta avvolta da siltiti nerastre scagliettate della Formazione di S. Fiora (talora con evidenti granuli arenacei verdastrici dispersi, o nuvolette microconglomeratiche della stessa natura) sfumanti gradualmente agli strati più tipici di tale formazione: argilliti mangesifere e calcari "tipo palombino", talvolta in alternanza a spessori centimetrici di diaspri neri.

Altre volte, come al piccolo promontorio localmente denominato "della Tamerice" si rinviene una associazione meccanica costituita da grandi blocchi di idrotermaliti "ofiolitiche" e brandelli sovrapposti di calcari marnosi o, silicei, di color rosso mattone, separati tra loro da letticelli, o da piccole lenti, di arenarie verdi anche a tessitura grossolana, quasi microconglomeratica.

Fatto rilevante, spesso le idrotermaliti "ofiolitiche" (caratteristicamente attraversate in ogni senso da centimetriche vene calcitiche bianche) possono associarsi a rocce definibili come tipiche oficalci, ed ambedue i litotipi, allora, si presentano "fasciati" dalla doppia sedimentazione descritta in precedenza: arenacea verde, la prima, ed argilloso-siltitica, la seconda e più esterna.

Appena più a sud, invece, seppur presente il grande Scoglio della Nave, ed altri minori allineati a questo, lungo la falesia di riva diminuiscono, fin quasi a scomparire, gli ammassi idrotermalitici più piccoli, ossia quelli che più facilmente appaiono "fasciati" da litotipi passanti al Membro di Antignano. Al loro posto prendono sempre più

consistenza le regolari intercalazioni sedimentarie calcaree "tipo palombino" o gli strati quarzoso-feldspatici ad elevato tenore calcareo.

Inoltre, nel settore più meridionale, si rinvengono con marcata frequenza strutture olistostromiche formatesi a spese della sola Formazione di S. Fiora, con diffusa presenza di olistoliti, o di piccole olistopiacche, di quest'ultima all'interno di tali masse caotiche.

Entro gli olistostromi più elaborati, ovviamente, non si riconosce alcuna caratteristica sedimentaria. Sono invece ben visibili strutture di compressione, inclinate ad est, successive allo scivolamento, formate da corpose lenti di materiale caotico schiacciate sovrapposte, delimitate da venule di calcite spatica.

Grosso modo sono queste le maggiori diversità osservabili lungo l'allineamento nord-sud delle successioni del Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora, a partire dall'abitato omonimo fino agli affioramenti del Macigno toscano posti a nord di Calafuria.



Figura 1: Breccia idrotermalitica calcareo-silicea costituita da calcari micritici bianco-giallastri "tipo calcari a calpionella" e da calcari "tipo palombino"; gli elementi micritici sono sia ben arrotondati, i più piccoli, sia a spigoli vivi; quelli "tipo palombino" sono inclusi in una pasta di fondo formata a spese del medesimo litotipo non ancora perfettamente diagenizzato e più volte rielaborata; ne risulta una sorta di breccia includente lembi a struttura brecciata dello stesso litotipo. La componente costituita dai calcari micritici chiari appare spesso più fortemente interessata dai fenomeni di idrotermalizzazione.



Figura 2: Un elemento idrotermalitico meccanicamente inserito nel corpo sedimentario del Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora. Sono ben visibili i due tipici straterelli “fascianti” concentrici costituiti da arenaria verde e da argilliti siltitiche nere che fanno a loro volta da passaggio alla sedimentazione inglobante della Formazione di S. Fiora.



Figura 3. Particolare della figura precedente. Si noti la tessitura grossolana dell'arenaria verde punteggiata da elementi di color verde bottiglia e neri. Queste psammiti denotano il rapido smantellamento dei prodotti vulcanici cretacei.

Elementi di dettaglio delle diverse situazioni sedimentarie appena descritte, od altri, connessi a peculiari assetti strutturali, verranno ora illustrati tramite una serie fotografica, che li presenta nel loro aspetto esemplare, e per mezzo del relativo corredo didascalico.

In figura 1 sono visibili elementi eterometrici a grado di arrotondamento variabile derivanti quasi completamente da calcari micritici bianchi o giallastri tipo “calcari a calpionella”; piccoli clasti di diaspro nero sono invece molto rari e di solito curiosamente riuniti a nuvoletta all'interno di blocchetti calcarei decimetrici marroncini o giallastri. Nell'ammasso, in zona centrale, spicca un grosso elemento calcareo grigio “tipo palombino”, costituito da una breccia a clasti a loro volta brecciatati formatasi a spese di un sedimento non ancora completamente solidificato ed in continua rielaborazione.

La presenza in esso di clasti micritici bianchi dimostra che al momento della formazione della breccia di “palombino” il probabile substrato di quest'ultimo litotipo era ancora in corso di smantellamento.

L'età di formazione della struttura brecciatata va ricondotta al Cretaceo inferiore, e più precisamente al momento di deposizione dei calcari a

palombini, e quando questi non risultavano ancora completamente diagenizzati.

Immediatamente dopo si è avuta la fase di idrotermalizzazione riunente in agglomerato unico tutti i singoli elementi clastici delle formazioni rocciose definibili come idrotermaliti calcaree.

Dal momento che in questo periodo l'estensione oceanica stava raggiungendo il suo massimo, e che pertanto gli inevitabili fenomeni di transpressione e transtensione crostale dovevano essere largamente diffusi, l'ambiente di formazione di queste breccie poliformazionali va sicuramente ricercato in un piccolo bacino di “pull apart” interno ad un'area delimitata dalle fratture trascorrenti alle quali si deve la sua stessa genesi. Più specificamente va ricercato in una “flower structure” negativa connotata da una successione di ampie gradonature inclinate verso il fondo bacinale e sottoposte a veloce smantellamento dei propri bordi (bacini cannibalistici). Tale meccanismo spiega il continuo riciclaggio di sedimenti dovuto all'estrema instabilità della struttura accogliente.

Solitamente, una zona connotata da bacini transtensivi lo è anche per la diffusione in essa di attività vulcanica, e questo sia all'interno delle flower structure sia nei dintorni delle medesime.



Figura 4: Risulta evidente come la Formazione di S. Fiora sia stata qui ripetutamente rimaneggiata ed associata a detrito arenaceo verde talora già inglobante lembi della precedente. Questo deposito misto sviluppa una sorta di “matrice” interposta tra idrotermaliti “ofiolitiche”, a loro volta sempre osservabili in ammassi scompaginati e talora correddati dalla presenza nettamente minoritaria di idrotermaliti calcaree.



Figura 5. L'aspetto tipico delle alternanze di spezzoni di strato calcareo-silicei rosso mattone e di spalmature, o piccole lenti, di arenarie grossolane verdi al piccolo Promontorio localmente detto della Tamerice.

Si comprende, così, la genesi della fase idrotermalitica cementante i depositi clastici intrappolati nella struttura secondaria negativa formatasi al fondo del bacino dell'Unità di S. Fiora. Le vulcaniti saranno poi sottoposte a rapido smantellamento generante una sedimentazione arenacea verde avvolgente (sedimentazione “fasciante”) quanto già deposto (ed ancora in corso di rielaborazione) nel bacino di pull apart (vedi le figg. 2-3). Naturalmente, la sedimentazione all'interno della (o delle) struttura di transtensione non veniva ad esaurirsi al momento dell'arrivo dei clasti costitutivi delle idrotermaliti calcaree.

Proseguiva, infatti, con quella della Formazione di S. Fiora. Anche quest'ultimo deposito andava incontro allo stesso tipo di rimaneggiamento già subito da quello dei calcari a palombini ed inoltre andava a costituire una particolare sedimentazione mista con le arenarie verdi provenienti dall'erosione dei depositi vulcanici propri della fase cui si deve la produzione di fluidi idrotermali (vedi fig. 4). Questo momento sedimentario va datato al pre-Cenomaniano, al passaggio dal Cretaceo inferiore a quello superiore, periodo in cui l'espansione oceanica era terminata ed era in fase iniziale quella compressiva della fase tettonica eoalpina. Dunque anche le strutture bacinali

secondarie dovevano essere in corso di chiusura e la sedimentazione mista di cui sopra, come detto precenomaniana, ne costituiva l'apporto finale. Con tutto ciò viene a delinearci, seppure indirettamente, anche l'età del vulcanesimo cretaceo, confrontabile con quella degli affioramenti della Toscana meridionale.

Nella zona del piccolo Promontorio della Tamerice la sedimentazione mista propone aspetti diversi. Qui, infatti, il detrito di derivazione vulcanica si trova anche associato, in rapide alternanze, a spezzoni calcareo-silicei dalle accese tonalità rossastre (vedi fig. 5).

Facciamo notare che la fase vulcanica del Cretaceo inferiore osservabile nel Gruppo Ligure-Maremano (vedi D. Faraone ed F. Stoppa, 1990) e datata da G. Gianelli e P. Passerini, 1974, all'Albiano, od appena prima (A.M. Bambini *et alii*, 2010) offre alla vista lave a cuscino immerse in breccie ialoclastiche e sill o filoni strato; in mancanza delle breccie le lave sono associate a calcari selciferi rosso-bruni. Il chimismo è sempre di tipo alcalibasaltico.

Dagli affioramenti della zona del Promontorio della Tamerice si ricavano ulteriori dati utili alla comprensione dell'evoluzione geodinamica della Tetide ligure (parte più orientale). Qui le grandi masse idrotermalitiche costituenti la

linea costiera risultano spezzate in unità minori separate da filoni sedimentari costituiti da pasta di fondo argillitica grigio-nerastra letteralmente infarcita di blocchetti eterometrici, da rotondeggianti a spigolosi, di natura sia idrotermalitica sia calcarea, od appartenenti al Membro stesso di Antignano (vedi fig. 6).

Questa medesima tipologia sedimentaria, qui denominata “Complesso di Antignano I”, la ritroviamo, in notevole spessore, a costituire la base seriale dello Scoglio della Ballerina (vedi fig. 7). Altro elemento interessante: a seguito del “serrage” orogenico appenninico, questi filoni sedimentari sono stati oggetto di dinamometamorfismo, poiché “pizzicati” tra masse idrotermalitiche, in movimento traslativo, dotate di maggiore competenza relativa. In questo caso la pasta di fondo argillitica ha assunto un aspetto plastico, ceroso, di colore da verde erba a verde bottiglia; in frattura fresca si notano in essa “sfaldature” concoidi tenacemente rinsaldate ed un finissimo, diffuso, detrito verdastro al loro interno.

Riteniamo che, a sedimentazione esaurita entro i bacineti di pull apart, essendo iniziata la fase orogenetica alpina con vergenza ad ovest, tutto il contenuto di tali strutture secondarie negative sia stato espulso da queste ed ammassato sul fondo della parte più orientale della Tetide ligure. Si è così formato il litotipo ad assetto caotico già definito Complesso di Antignano I (vedi fig. 8).

Tutto questo, non solo prevede che l'evoluzione eoalpina abbia interessato precocemente questo settore paleogeografico, facendolo addossare alle falde oggi affioranti nella Corsica Settentrionale, ma anche che, successivamente, sia divenuto di pertinenza appenninica ad opera di una retrovergenza di tutto l'edificio preconstituito. Vedi G. Daniele, E. Mochi & G. Plesi, 1995; G. Daniele & G. Plesi, 2000; G. Plesi, M. Galli & G. Daniele, 2002; G. Plesi *et alii*, 2002; G. Piali *et alii*, 2009.

Tale interpretazione ha l'indiscutibile pregio di offrire una spiegazione al “mistero” della presenza, nel Mar Tirreno Settentrionale a pochi chilometri dalla costa toscana, di calcescisti a metamorfismo alpino addossati direttamente, o tramite l'interposizione della Falda Toscana e/o di lembi di Unità Liguri non metamorfiche, sulle strutture dell'Unità di Monticiano Roccastrada al largo dell'Isola di Montecristo e di quella di Pianosa (vedi G. Cornamusini *et alii*, 2002; L. Carmignani *et alii* 2004; V. Pascucci 2005).



Figura 6: Uno dei grossi “filoni” tettonosedimentari interposto tra le masse idrotermalitiche della zona del piccolo Promontorio della Tamerice. La pasta di fondo avvolgente del “filone” è costituita dal litotipo argillitico appartenente al Membro di Antignano; in essa sono inclusi elementi di varia pezzatura provenienti dai litotipi più competenti dello stesso Membro e da quelli di origine idrotermalitica. La genesi tessiturale è la medesima di quella del Complesso di Antignano I.



Figura 7: L'attuale base di appoggio dello Scoglio della Ballerina è costituita da matrice argillitica e da litotipi diversi, tettonicamente accostati, in essa dispersi, analogamente ai “filoni” separanti le masse idrotermalitiche ancora presenti sulla falesia litorale. La fascia di caotico a diretto contatto con il grande blocco idrotermalitico appare, qui, fortemente alterata.

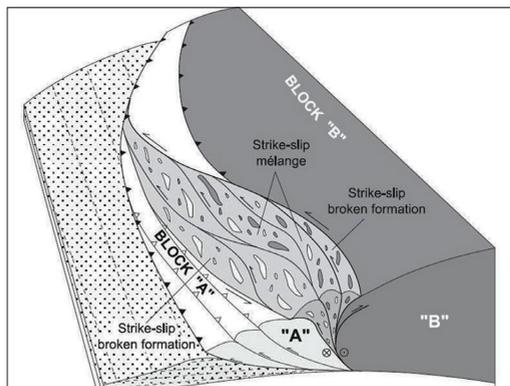


Figura 8. Questa raffigurazione, tratta da A. Festa et alii, 2010, è particolarmente indicata per mostrare la possibile trasformazione di una “flower like structure” negativa in una positiva. La sedimentazione accumulatasi nel bacino di pull apart in fase di estensione crostale, dopo l’intervallo di quiescenza dinamica collocabile al limite tra Cretaceo inferiore e superiore, viene riversata sul fondo bacinale in fase di iniziale compressione.

Lo “strike-slip melange” equivale alla componente più minuta del Complesso di Antignano I, quella ad ammassi più grossolani alla “strike-slip broken formation” appartenente allo stesso complesso tettonico. La descrizione presuppone che il senso delle trasformi da cui queste strutture dipendono venga ad invertirsi durante la fase eoalpina. Tale inversione permetterà, al contempo, l’istaurarsi di marcate scagliature crostali allineate lungo il bordo della microplacca Adria.

In tal modo si comprende anche la inconsueta vicinanza di successioni tettonosedimentarie completamente diverse (che sono state definite come Complesso I e Complesso II di Antignano) quali quelle che possiamo osservare nel settore più a settentrione ed in quello meridionale dello stesso allineamento di terreni qui considerato.

Appena a nord di Punta del Casotto, ed a sud di questa, il Membro di Antignano offre un inconfondibile aspetto di tipo olistostromico, detto, per questo, Complesso di Antignano II (vedi fig. 9).

Oltre all’esempio di Figura 9, che mostra una minuta disarticolazione della formazione originaria, segnaliamo che in tutto questo settore meridionale di affioramenti si assiste ad una vera “sfilata” di tessiture sedimentarie riconducibili al



Figura 9. Assetto completamente scompaginato da scivolamento gravitativo (olistostroma endoformazionale) del Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora (Complesso di Antignano II).

meccanismo di messa in posto “per colata di fango” (clasts in matrix, broken formation, bed packages). Spesso, in poche decine di metri si passa da argilliti o marne argillitiche minutamente scompaginate ad altre in cui sono inglobati pacchi di successione stratificata, talora contornate da “colate” finemente brecciate su cui galleggiano ancora delle olistopacche di ragguardevoli dimensioni.

Niente di tutto questo può essere ricondotto ad una situazione di “spremitura”, per spinta orogenetica, di un sedimento depositosi in un piccolo bacino del tipo “pull apart” apertosi in un momento ancora dominato da regime estensivo in una piana sottomarina solcata da faglie trasformi.

Può invece essere facilmente associato ad uno scivolamento gravitativo lungo un piano inclinato che, per quanto ricordato in precedenza, riteniamo sia avvenuto sul dorso degli accavallamenti vergenti ad occidente già responsabili del formarsi, al loro interno, del cosiddetto Complesso di Antignano I.

Conforta questa ipotesi, la considerazione che il Complesso di Antignano II costituisce, di fatto, una struttura olistostromica endoformazionale, ossia non contenente altri litotipi formazionali oltre quelli provenienti dal Membro di Antignano.

La successiva Formazione di Poggio S. Quirico (equivalente a quella di Monte Morello) ha, infatti, “sigillato” questa fase di scivolamenti gravitativi indotta da vergenza occidentale delle strutture tettoniche precoci e solo dopo sarà ripresa nella

costituzione della catena appenninica assieme al suo stesso substrato. Infine verrà deformata con esso nella fase di “serrage finale”, contraddistinta dalla forte vergenza ad est delle strutture così derivate.

L'età di formazione del Complesso di Antignano II deve ritenersi leggermente più giovane di quella del Complesso di Antignano I, ma va comunque collocata all'interno del Cretaceo superiore, in un momento in cui non si era ancora esaurito il deposito della Formazione di S. Fiora, almeno in settori contigui a quello studiato.

In buona sostanza, il Membro di Antignano va collocato all'apice di uno “spartiacque” ideale delimitante le due maggiori pulsazioni orogeniche responsabili della complessa ossatura montuosa mediterranea: la fase alpina e quella appenninica. I relitti strutturali evidenziati in esso ci permettono di assegnarlo, paleogeograficamente, alla prosecuzione meridionale dell'assetto precoce alpino come delineato in Zanchetta *et alii*, 2011 e 2012 per i terreni comprendenti l'austroalpino ed il sudalpino, per i quali si parla di “orogenesi senza collisione” a partire dal Cenomaniano e perdurante per tutto il Cretaceo superiore (datazioni da pseudotachiliti delle Alpi Meridionali).

Il sudalpino, ossia il “retrobel” della catena alpina precoce a doppia vergenza, in questo stesso periodo viene a strutturarsi con scagliature embricate responsabili del fluire delle torbide oggi riconoscibili nelle litoquarziti feldspatico-carbonatiche del bacino lombardo, depositi litologicamente correlabili con le torbide grossolane dei Conglomerati de Salti del Diavolo, o con quelle a più fine granulometria (ma del tutto simili per composizione litologica) delle Arenarie di Ostia e di Scabiazza, nell'Appennino Settentrionale.

Riteniamo che anche le arenarie della Formazione della Pietraforte, ed i microconglomerati della “cicerchina”, in essa diffusamente presenti, appartengano allo stesso gruppo detritico in-subro-lombardo sviluppatosi durante il Cretaceo superiore in località diverse in modo largamente differenziato.

Dunque la Ruga Insubrica scaricava Pietraforte e “Cicerchina” verso ovest, nel bacino della Formazione di S. Fiora anche perché, analogamente a quanto stava accadendo in settori più a nord, sollecitata dalle sottoscagliature da compressione formanti una sorta di fascia “protosubduttiva” immergente nello stesso senso ripreso

successivamente dal “benioff” appenninico. L'entità di queste scagliature poteva variare da settore a settore, risultando essi separati l'uno dagli altri dalle fratture di trascorrenza espansiva riattivate con opposto senso di movimento durante il regime compressivo, successivo a quello di formazione oceanica.

Potremmo anche riconoscere, più ad est, un riflesso di tutto questo nella lacuna (che inizia ad evidenziarsi dal Cenomaniano, talora marcata da breccie sedimentarie) spesso separante le Argilliti di Brolio dalle formazioni più giovani del Gruppo della Scaglia Toscana, quelle grossolanamente detritico-calcarenitiche (Nummulitico, Calcareniti di Dudda e di Montegrossi).

È utile segnalare, per questo argomento, i lavori di A. Brogi, 2004a e 2004b; A.M. Bambini *et alii*, 2009; A.M. Bambini *et alii*, 2010; G. Cornamusini *et alii*, 2011.

La medesima compressione eoalpina va riconosciuta responsabile, come visto, della chiusura dei bacinetti di pull apart ma, in questo caso, le strutture in corso di formazione venivano ad appoggiarsi, da est, ai primi sovrascorrimenti occidentali costituenti la prosecuzione meridionale di quelli della nascente catena alpina.

In questo modo il bacino della Formazione di S. Fiora si restringeva e veniva tettonicamente delineato sia al suo bordo occidentale che a quello orientale, preparandosi ad accogliere (con lacuna sedimentaria?) il deposito delle torbiditi calcaree della Formazione di Monte Morello, la cui età arriva in alcune successioni fino all'Eocene medio-superiore.

Dopo di che si verificherà il sovrascorrimento (in retrovergenza) di questi terreni liguri orientali verso est, al di sopra dei terreni della Unità di Canelolo (intesa nella sua più larga, onnicomprensiva, accezione paleogeografica).

Si potrebbe, a questo punto, anche rendere ragione, facendola derivare da un locale sovrascorrimento precoce, della presenza delle vulcaniti di Rapolano Terme (giunte appunto come olistostromi nella loro attuale posizione, assieme a lembi di calcari del Cretaceo inferiore) all'interno del “Nummulitico” alto-eocenico del Gruppo della Scaglia Toscana (A. Brogi *et alii*, 2000).

Conclusioni

Si riepilogano qui le principali argomentazioni affrontate in questo lavoro:

- abbiamo individuato due diverse tipologie di strutture caotiche all'interno del Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora: il **Complesso di Antignano I e II**;
- il primo complesso è derivato dalla chiusura di un bacino **pluriformazionale di tipo pull apart** originatosi in **regime estensionale**, la cui chiusura va, invece, ricondotta al successivo **regime compressivo eoalpino**, che condurrà alla formazione di vergenze occidentali precoci durante il Cretaceo superiore basale;
- il secondo, anch'esso formatosi nel Cretaceo superiore, appena dopo quello sopra descritto, va invece collegato a **semplici scivolamenti gravitativi endoformazionali**, fenomeni anch'essi innescati in regime compressivo a vergenza alpina, ma non coinvolgenti altre formazioni oltre ad elementi seriali incompleti del Membro di Antignano;
- il **Complesso II** verrà poi **"sigillato"** dalla sedimentazione prevalentemente calcareo-marosa della Formazione di Monte Morello;
- ambedue le successioni liguri, così associate, verranno poi trasportate, in **retrovergenza**, sulla placca Adria dall'orogenesi appenninica terziaria; il **trasporto avverrà "in blocco"**, ossia assieme all'edificio a falde liguri già ampiamente strutturato ed in fase di **rimodellamento dinamico**;
- si è così raggiunta una **sostanziale analogia** con quanto suggerito da G. Plesi et alii., 2012, che prevede, inoltre, una zonazione della Tetide ligure-piemontese orientale del tutto peculiare, poiché connotata dalla presenza di **almeno due aree ofiolitiche** in posizione di alto, alle quali poter ricondurre (in tempi diversi) gli eventuali franamenti di "rocce verdi" oggi osservabili come esotici all'interno delle formazioni appenniniche tipicamente bacinali;
- così viene a trovarsi una spiegazione per la massiccia presenza di tali corpi alloctoni olistostromici all'interno sia del Membro di Antignano sia nella parte più alta di quello delle argilliti varicolori del Fortulla (in zone limitrofe a quella da noi presa in esame);

- a questi due membri è stata assegnata **un'età cretaceo superiore basale** e vi sono stati riconosciuti, nell'areale dei Monti di Livorno, sia rapporti di **parziale eteropia** che di **successione stratigrafica** (le argilliti si depositavano anche sul bordo continentale insubrico sottostando, verso l'interno del bacino, al Membro di Antignano);
- un così massiccio apporto di ofioliti dalla "Ruga del Bracco", in **età cenomaniana**, fin quasi al limite occidentale della placca Adria, ancora senza il concorso del successivo raccorciamento di tutto il Dominio Ligure, ci sembra cosa meno verosimile della probabile provenienza di questi materiali femici **da una seconda, più vicinale, area alimentatrice**, magari altrettanto inclinata, e vergente ad ovest, di certe strutture "eoalpine" appartenenti alla stessa zona bacinale in cui essi venivano a scaricarsi (vedi, appunto, la sostituzione **endoformazionale** da scivolamento gravitativo del **Complesso di Antignano II**).

Il bacino di S. Fiora risulterebbe, perlomeno a questa latitudine, **precocemente e doppiamente strutturato** per mezzo di una **vergenza eoalpina**, al suo limite occidentale, ed una **vergenza proto-subduttiva appenninica**, ad est (da scagliatura continentale, si è detto).

Possiamo parlare, per questi due opposti lineamenti, di **momento "eoalpino di pertinenza appenninica"**, da una parte, e di **stato "preparatorio dell'avanfossa"** del Dominio Toscano, dall'altra; avanfossa che troverà il suo completo sviluppo a partire dal deposito delle torbide calcarenitiche della Scaglia.

Ribadiamo, infine, che queste due situazioni debbono essere viste soprattutto come geodinamicamente interdipendenti, oltre che semplicemente concomitanti.

Nel preciso senso che tutta l'orogenesi di questa zona, a partire dalla fine dell'espansione crostale oceanica, deve essere intesa come un **articolato insieme di settori in evoluzione locale, che subiscono e generano decisive influenze reciproche.**

Bibliografia

- F. Baldacci, A. Cerrina Feroni, P. Elter, G. Giglia & E. Patacca, (1972). *Il margine del paleocontinente nord-appenninico dal Cretaceo all'Oligocene: nuovi dati sulla Ruga Insubrica*. Mem. Soc. Geol. It., 11, 367-390.
- A.M. Bambini, a. Brogi, G. Cornamusini, A. Costantini & A. Lazzarotto, (2009). *Nuovi dati litostratigrafici e biostratigrafici sulla Scaglia Toscana nella Toscana meridionale (area di Rapolano Terme)*. Boll. Soc. Geol. It., 128; 669-693.
- A.M. Bambini, A. Brogi, G. Cornamusini, A. Costantini, L.M. Foresi & A. Lazzarotto, (2010). *Geologia dell'area di Rapolano Terme in Provincia di Siena (Appennino Settentrionale)*. Ital. J. Geosci., 129 (3); 457-495.
- A. Brogi, G. Cornamusini, A. Costantini, G. Di Vincenzo & A. Lazzarotto, (2000). *Cretaceous volcanism of the southern Tuscany: record of volcanic bodies from Tuscan succession of Rapolano Terme*. Mem. Soc. Geol. It., 55; 329-337.
- A. Brogi, (2004 a). *Tettonica distensiva sin-sedimentaria nel Dominio Toscano: evidenze mesoscopiche nelle successioni cretaccio-eoceniche della Falda Toscana ad ovest del Monte Amiata (Appennino Settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 123; 81-95.
- A. Brogi, (2004 b). *Assetto geologico del nucleo di Falda Toscana affiorante nel settore occidentale del Monte Amiata (Appennino Settentrionale): strutture pre- e sin-collisionali relitte preservate durante lo sviluppo della tettonica distensiva post-collisionale*. Boll. Soc. Geol. It., 123; 443-461.
- L. Carmignani, P. Conti, G. Cornamusini & M. Meccheri, (2004). *The Internal Northern Apennines, the Northern Tyrrhenian Sea and the Sardinia-corsica Block*. Special Vol. of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence; 59-77.
- G. Cornamusini, A. Ielpi & I. Callegari, (2011). *Stratigraphic architecture of an outer ramp/basinal turbidite fan carbonate system in a foreland basin ("Scaglia Toscana" Fm., Chianti Mts, Northern Apennines, Italy)*. Rend. Online Soc. Geol. It., 17; 71-76.
- G. Cornamusini, A. Lazzarotto, S. Merlini & V. Pascucci, (2002). *Eocene-Miocene evolution of the north Tyrrhenian Sea*. Boll. Soc. Geol. It. Vol. spec. 1; 769-787.
- G. Daniele, E. Mochi & G. Plesi, (1995). *L'insieme Ligure-Emiliano dell'Appennino Modenese: Unità Tettoniche e Successioni Stratigrafiche nella zona di Frassinoro*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, 102; 147-158.
- G. Daniele & G. Plesi, (2000). *The Ligurian Helminthoid Flysch Units of Emilian Apennines: Stratigraphic and petrographic features, paleogeographic restoration and structural evolution*. Geodinamica Acta, 13; 313-333.
- C. Doglioni, (1991). *Una interpretazione della tettonica globale*. Le Scienza, n. 270, 32-42.
- D. Faraone & F. Stoppa, (1990). *Petrology and regional implications of early Cretaceous alkaline lamprophyres in the Ligure-Maremmano Group (southern Tuscany, Italy): an outline*. Ofioliti, 15 (1); 45-59.
- A. Festa, G. A. Pini, Y. Dilek & G. Codegone, (2010). *Mélanges and mélanges-forming processes: a historical overview and new concepts*. Int. Geol. Rev., 52; 1040-1105.
- G. Gianelli & P. Passerini, (1974). *The K/Ar dating of the pillow lavas of Castiglioncello del Trinoro (southern Tuscany)*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. Serie A, 81; 185-186.
- A. Lazzarotto, R. Mazzanti & C. Nencini, (1990). *Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti*. Quad. Mus. Stor. Nat. di Livorno 11, Suppl. 2; 1-85.
- V. Psacucci, (2005). *The Tuscan shelf south of the Elba Island (Italy) as imaged by the Crop M12A line*. Boll. Soc. Geol. It., Vol. spec. 3; 167-178.
- G. Pialli, G. Plesi, & A.V. Damiani (a cura di) *et alii*, (2009). *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000; Foglio 289, Città di Castello; A.T.I.-S.EL.CA srl-L.A.C. srl-SystemCart srl*.
- G. Plesi (a cura di) *et alii*, (2002). *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000; Foglio 235, Pievepelago; S.EL.CA, Firenze; 1-138*.
- G. Plesi, M. Galli & G. Daniele, (2002). *The Monti Rognosi Ophiolitic Unit (cfr. Calvana Unit Auct.) paleogeographic position in the External Ligurian Domain, relationship with the tectonic units derived from the Adriatic margin*. Boll. Soc. Geol. It. Vol. Spec. 1; 273-284.
- S. Zanchetta, P. D'Adda, A. Zanchi, V. Barberini & I.M. Villa, (2011). *Cretaceous-Eocene compression in the central Southern Alps (N Italy) inferred from ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of pseudotachylytes along regional thrust faults*. Journal of Geodynamics, 51; 245-263.
- S. Zanchetta, E. Garzanti, C. Doglioni & A. Zanchi, (2012). *The Alps in the Cretaceous: a doubly vergent pre-collisional orogen*. Terra Nova, 24; 351-356.

Prima segnalazione di *Salamandrina perspicillata* (Savi, 1821) (Amphibia, Urodela) nei Monti Livornesi

Sara Lefosse^{1,3*}, Alessandro Riga^{2,3}, Franco Sammartino⁴

Parole chiave: Provincia di Livorno, salamandrina dagli occhiali, anfi, distribuzione.

Il genere Salamandrina è l'unico genere di vertebrati endemico del territorio italiano, distribuito perlopiù nella parte centro-meridionale della penisola. In Toscana è presente la specie S. perspicillata che occupa soprattutto le aree basso e medio-montane. In tutta la provincia di Livorno esiste una sola segnalazione, non più riconfermata, sulle Colline Metallifere. In questa nota viene descritto il ritrovamento di alcuni esemplari sui Monti Livornesi, le colline comprese nei comuni di Livorno, Collesalveti e Rosignano Marittimo. Le popolazioni più vicine finora segnalate distano più di 15 km in linea d'aria dalla zona del ritrovamento, ma per la presenza di ambienti umidi e corsi d'acqua a carattere torrentizio, non è da escludere l'esistenza di altri siti sui Monti Livornesi. Ai fini della conservazione, sarà dunque necessario approfondire le indagini per comprendere la distribuzione della specie.

Introduzione

Il genere *Salamandrina* è l'unico genere di vertebrati endemico del territorio italiano. Fino a pochi anni fa tutte le popolazioni della penisola erano attribuite ad un'unica specie, *S. terdigitata*, distribuita a sud della catena appenninica, con alcune stazioni a nord. Tuttavia, alcune analisi molecolari hanno recentemente permesso di riconoscere una forte discontinuità nella variabilità genetica delle popolazioni, indicativa della presenza di due specie distinte [1]. Queste due specie, distribuite grossomodo al centro e al sud della penisola [2], sono separate da una linea immaginaria che corre all'incirca da Napoli a Foggia, passando per Campobasso [3]; le popolazioni a sud di questa linea hanno mantenuto il vecchio nome, mentre quelle a nord hanno assunto la denominazione *S. perspicillata*.

Le popolazioni della Toscana appartengono a quest'ultima specie e sono ben distribuite su tutto il territorio regionale (poco meno di un terzo delle particelle U.T.M.), isole escluse. Sono presenti in zone collinari, basso e medio-montane

(da 65 a 970 m s.l.m.), prediligendo boschi ben conservati di latifoglie percorsi da ruscelli e torrenti [4]. Tuttavia, a causa della loro fenologia e delle dimensioni ridotte, gli esemplari del genere *Salamandrina* sono difficili da individuare sul

gli autori

¹ Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, via F. De' Pisis 24 Ferrara

² Dipartimento di Scienze Biologiche Geologiche e Ambientali - Università di Bologna, via F. Selmi 3 Bologna, e-mail: alessandro.riga@gmail.com

³ GAUM - gruppo aree umide minori, Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, via Monte alla rena 41-43, Rosignano Solvay

⁴ Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, via Roma 234 Livorno,

e-mail: fsammartino@alice.it

* e-mail: sara_lf@yahoo.it

campo: sono attivi solo in particolari condizioni di temperatura ed umidità, prevalentemente di notte e, nei periodi di inattività, trovano rifugio sotto materiale vegetale, tronchi o in cavità del terreno e delle rocce. Per questi motivi è probabile che il numero di siti in cui è segnalata la loro presenza sia sottostimato [4]. Ciò è testimoniato dalla scoperta di popolazioni in località non segnalate che, nel corso degli anni, ne ha modificato la mappa di distribuzione [5, 6].

Per la zona dei Monti Livornesi, e in generale per tutta la provincia di Livorno, non è attualmente riportata la presenza della salamandrina dagli occhiali [2, 4, 7], anche se la specie compare in alcuni siti web della regione Toscana e del Comune di Livorno [8]. In letteratura, l'unica segnalazione per la provincia di Livorno è di Bruno [9], nella zona delle Colline Metallifere (Castiglioncello di Bolgheri). Successivamente, questo dato è stato erroneamente attribuito all'omonima località di Castiglioncello, 30 km più a nord, sui Monti Livornesi [10]; di fatto non è più stata confermata la presenza in tutta la provincia.

Risultati

Durante alcune indagini naturalistiche condotte il 21 luglio 2011 da uno degli autori (FS), è stato rinvenuto, alle 5.04 del pomeriggio, un giovane di circa 4 cm di *Salamandrina perspicillata*;



Figura 1: *Salamandrina perspicillata*. Primo dei due esemplari rinvenuti nei Monti Livornesi. (Foto di F. Sammartino)

l'esemplare è stato individuato mentre si spostava lungo l'argine di un piccolo torrente con abbondante vegetazione, a circa mezzo metro dall'acqua, ma non sappiamo se fosse in attività o se sia ritrovato in superficie, per lo spostamento di elementi del substrato operato nel corso delle indagini. Nel corso delle ventiquattro ore precedenti si erano verificate delle precipitazioni di lieve entità, dopo un periodo di siccità di circa tre mesi. Le seppur deboli piogge, seguite ad un così lungo periodo di siccità, potrebbero aver portato questo esemplare ad uscire dal rifugio di estivazione; infatti, come riportato in alcuni studi sulle migrazioni riproduttive, la soglia di umidità che determina gli spostamenti negli anfibii si abbassa dopo lunghi periodi secchi [11].

Data la natura imprevista del ritrovamento e la mancanza di strumentazioni adatte, non è stato possibile rilevare le misure precise dell'esemplare che è stato comunque fotografato (Figura 1).

Come misura precauzionale, abbiamo scelto di fornire le indicazioni sull'area del ritrovamento in particelle U.T.M.; in particolare si tratta della particella 32T PP12- Livorno, collocata nella porzione più settentrionale dei Monti Livornesi, le colline comprese nei comuni di Livorno, Collesalveti e Rosignano Marittimo (Figura 2). Queste colline, che rappresentano alcune delle "isole fossili" che nel Pliocene inferiore formavano il paleoarcipelago toscano, si sviluppano lungo la costa per circa 20 km, con un'altitudine compresa tra 87 (Torre del Romito) e 462 m s.l.m. (Poggio Lecceta).

La vegetazione è caratterizzata da una diversità di ambienti mediterranei (dalla gariga alle leccete mature) e da boschi misti caducifogli e ripariali; questa zona è infatti ricca di corsi d'acqua a carattere torrentizio. Degne di nota sono la presenza di specie terziarie relitte (come la *Periploca graeca* L.) e le formazioni ofiolitiche di alcuni rilievi (Poggio Corbolone e Poggio Pelato) che ospitano serpentinofite [12]. Per quanto riguarda gli anfibii è segnalata la presenza di 8 specie sulle 18 regionali, tra le quali *Triturus carnifex* (allegato II e IV Direttiva Habitat), *Rana dalmatina* (allegato IV), *Rana italica* (allegato IV) e *Bufo viridis* (allegato IV) [4].

Il luogo in cui è stato ritrovato l'esemplare di *S. perspicillata* è caratterizzato da versanti a forte pendenza e pianori di limitata estensione; si trova ad un'altitudine di circa 60 m s.l.m., ed è al limite di una delle tre aree che compongono il Parco



Figura 2: Monti Livornesi. Immagine satellitare delle colline che si sviluppano lungo la costa tra Livorno e Rosignano Marittimo. I siti in cui sono stati ritrovati gli esemplari di *S. perspicillata* ricadono nella parte settentrionale di quest'area.

Provinciale dei Monti Livornesi. Qui la vegetazione è costituita da una vasta cerreta e da macchia mediterranea. Tra i corsi d'acqua che attraversano l'area, il Torrente Ugione è il più importante (14 km di lunghezza) e scorre da Poggio Lecceta (dove si trova la sorgente) fino a Livorno.

Dopo il ritrovamento sono state effettuate alcune uscite tra la primavera del 2012 e quella del 2013, ma non abbiamo rintracciato adulti, larve o uova. In un'area differente della stessa particella U.T.M., il 16 aprile 2013, alle 11.00 del mattino, è stato rinvenuto un esemplare adulto di 96 mm che si trovava su alcuni sassi posti in mezzo ad un corso d'acqua. Poiché in genere solo le femmine entrano in acqua per deporre le uova, molto probabilmente si trattava di una femmina in deposizione. In seguito abbiamo ritrovato anche un uovo del diametro di circa 5 mm (27 Aprile), deposto sulla superficie inferiore di un grosso sasso, e, tra il corso d'acqua principale e rigagnoli laterali, 9 larve di dimensioni comprese tra 2 e 3 cm (26 Giugno). Questo sito presenta caratteristiche leggermente differenti rispetto al precedente. L'altitudine è circa 156 m s.l.m., nel corso d'acqua si ha una maggiore presenza di punti con scorrimento lento e regolare e la vegetazione è costituita in prevalenza da boschi misti di latifoglie.

Discussione e Conclusioni

Il ritrovamento di uova, larve ed adulti nel secondo sito indagato ci consente di affermare che sui Monti Livornesi è presente e si riproduce la

salamandrina dagli occhiali. Per quanto riguarda l'esemplare del primo sito, è possibile che provenga da una popolazione a monte del luogo in cui è stato ritrovato e che, trasportato dalla corrente in fase larvale, si sia allontanato dalla zona di deposizione. Questo fenomeno è conosciuto come *stream drift* [13] e potrebbe spiegare la presenza di un esemplare isolato. La mancanza di altri ritrovamenti in questa zona potrebbe anche essere dovuta alle caratteristiche del sito che rendono difficili le ricerche.

Le popolazioni di *Salamandrina perspicillata* più vicine alla particella U.T.M. in cui ricadono i due siti sono quelle dei monti di Casciana [4] e la distanza minima tra le due zone è di 15 km (Figura 3).

Questa distanza sembrerebbe impossibile da colmare, data la composizione del territorio. Infatti, la presenza di grandi estensioni di campi coltivati e di strade e la scarsa presenza di bosco renderebbero arduo lo spostamento di esemplari che occasionalmente possono migrare tra siti diversi (es. [14-16]); questo farebbe pensare a un isolamento della popolazione rinvenuta sui Monti Livornesi. Tuttavia, grazie all'esistenza di ambienti potenzialmente idonei nell'area di indagine, non è da escludere che ci siano altri siti non ancora individuati. Infatti le leccete mature, i boschi misti caducifogli e ripariali e i molti corsi d'acqua a carattere torrentizio di queste colline costituiscono ambienti adatti alla salamandrina dagli occhiali [17].

Queste informazioni preliminari, oltre ad aggiungere un ulteriore tassello alla conoscenza naturalistica dei Monti Livornesi, sono

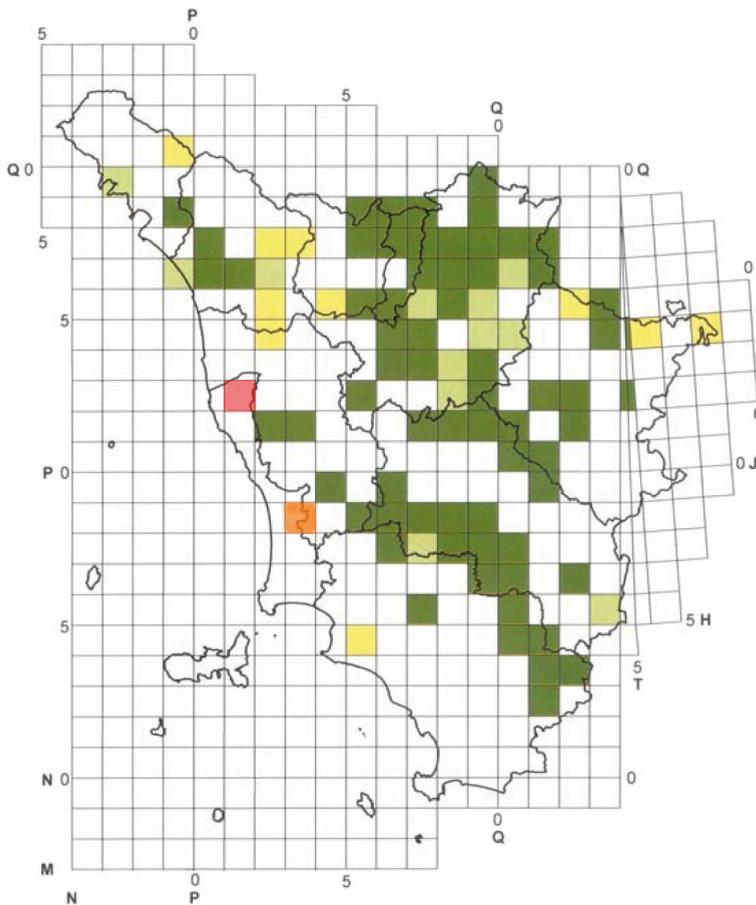


Figura 3: Distribuzione di *Salamandrina perspicillata* in Toscana. Le particelle U.T.M. in verde scuro rappresentano le osservazioni dirette e i dati museali successivi al 1985, in verde chiaro precedenti il 1985, in giallo i dati bibliografici [4]. La mappa è stata modificata aggiungendo la nuova segnalazione (in rosso) e quella di Bruno ([9], in arancione).

importanti perché rappresentano la prima riconferma della presenza di *S. perspicillata* in tutta la provincia di Livorno, dopo Castiglioncello di Bolgheri [9], e la prima segnalazione per i Monti Livornesi. Inoltre forniscono lo spunto per indagini più approfondite mirate a conoscere la distribuzione della specie in quest'area; infatti trattandosi di una specie protetta dalla Convenzione di Berna, dalla Direttiva Habitat (Allegati II e IV) e, in Toscana, dalla legge regionale 56/2000, sarebbe auspicabile ampliare l'indagine e verificare la presenza di altre popolazioni locali ai fini

della conservazione [18]. Data l'alta variabilità dei comportamenti riproduttivi, determinata da fattori climatici locali [9, 17, 19], si potrebbero poi ottenere informazioni più precise sulla fenologia di queste popolazioni.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare Massimo Delfino e Antonio Romano per i preziosi consigli e le correzioni durante la stesura dell'articolo.

Bibliografia

- [1] M. Mattocchia, A. Romano, V. Sbordoni, *Zootaxa* 2005, 995: 1.
- [2] R. Sindaco, G. Doria, E. Razzetti, F. Bernini, *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia / Atlas of Italian Amphibians and Reptiles*. Societas Herpetologica Italica. Edizioni Polistampa. Firenze: 2006.
- [3] A. Romano, M. Mattocchia, S. Marta, S. Bogartts, F. Pasmans, V. Sbordoni, *Ital. J. Zool.* 2009, 76(4): 422.
- [4] S. Vanni, A. Nistri, *Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana*. Edizioni Regione Toscana. Firenze: 2006.
- [5] F. Barbieri, E. Tiso, Nuove stazioni di *Salamandrina terdigitata* nell'Appennino settentrionale (versante padano). In *Atti del VII Convegno dell'Associazione Alessandro Ghigi per la Biologia e la Conservazione dei Vertebrati*, suppl. *Ricerche di Biologia della Selvaggina XXI*. Istituto nazionale per la fauna selvatica. Ozzano dell'Emilia: 1993.
- [6] C. Liuzzi, F. Mastropasqua, D. Salvi, *Acta Herpetologica* 2011, 6(2): 315.
- [7] S. Ruffo, F. Stoch, Checklist and distribution of the Italian fauna. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 2.Serie, Sezione Scienze della Vita 17: 2006.
- [8] Comune di Livorno: http://www.comune.livorno.it/_livo/it/default/581/Aree-Protette.html.
- [9] S. Bruno, *Anfibi d'Italia: Caudata*. Natura - Società Italiana di Scienze Naturali, Museo Civico di Storia Naturale e Acquario Civico, Milano 64 (3-4): 1973.
- [10] S. Vanni, *Atti soc. tosc. sci. nat., memorie, serie B*, 1980, 87: 135.
- [11] B.C. Timm, K. McGarigal, B.W. Compton, *Biological Conservation* 2007, 136: 442.
- [12] L. Zocco Pisana, P.E. Tomei, *Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno* 1990, 11: 1.
- [13] D.L. Stoneburner, *Freshwater Biology* 1978, 8(3): 291.
- [14] R. Laan, B. Verboom, *Biological Conservation* 1990, 54: 251.
- [15] P. Joly, C. Miaud, A. Lehmann, O. Grolet, *Conservation biology* 2001, 15(1): 239.
- [16] D. Porej, M. Micacchion, T.E. Hetherington, *Biological Conservation* 2004, 120: 399.
- [17] B. Lanza, F. Andreone, M.A. Bologna, C. Corti, E. Razzetti, *Fauna d'Italia*, vol. XLII, *Amphibia*. Calderini. Bologna: 2007.
- [18] C. Scoccianti, *Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione*. Guido Persichino Grafica. Firenze: 2001.
- [19] C. Angelini, D. Antonelli, C. Utzeri, *Atti 3° Congresso nazionale SHI, Pianura* 2001, 13: 105.

Live fast & die hard! La strage dei barbagianni *Tyto alba* nel tratto Carrara-Livorno della autostrada A-12 nel quadriennio 2009-2012

Riccardo Gherardi¹, Tjaša Zagoršek², Claudia Donati³, Marco Mastrorilli⁴, Gianluca Bedini^{*5}

Parole chiave: *Tyto alba*; impatto; infrastrutture

*Il presente lavoro riguarda la raccolta di dati su barbagianni *Tyto alba* rinvenuti deceduti nei territori delle Province di Massa Carrara, Lucca, Pisa e Livorno, lungo i 60 km del tratto autostradale Carrara-Livorno della A12 Genova-Rosignano, nel quadriennio 2009-2012. In totale sono stati rilevati 105 esemplari deceduti in incidenti con gli autoveicoli in marcia. È stata riscontrata l'esistenza di zone a maggior rischio nei tratti in cui l'autostrada attraversa aree particolarmente vocate per la specie. Nello specifico, nei circa 30 km che intercorrono tra il casello Versilia e quello di Pisa Centro, nei territori appartenenti alle province di Lucca e Pisa, sono stati rinvenuti il 71% degli individui deceduti, dei quali il 29% solo nei circa 14 km del tratto Viareggio-Pisa Nord. Inoltre, è stato possibile verificare che nei mesi invernali si ha una maggior frequenza di queste morti, con picchi nei mesi di febbraio e dicembre durante i quali sono stati osservati rispettivamente il 21% e il 23% degli animali. In inverno, infatti, a causa delle temperature più rigide e delle condizioni meteorologiche meno favorevoli, i barbagianni si trovano a cacciare più frequentemente in prossimità dei tratti stradali dove le prede sono più facili da reperire.*

Infine, tale lavoro vuole anche essere un invito per la comunità scientifica a prendere in considerazione questo problema che coinvolge in maggior misura i rapaci notturni, ma anche altre specie animali, nel tentativo di determinare delle misure di mitigazione in un'ottica di conservazione della specie e più in generale della biodiversità dell'area oggetto di studio e poter altresì individuare ulteriori aree potenzialmente a rischio.

Introduzione:

Il barbagianni (*Tyto alba*) è un uccello dalle abitudini notturno-crepuscolari, appartenente all'ordine degli Strigiformi ed è l'unico rappresentante europeo della famiglia dei Titonidi. È un predatore di medie dimensioni (33-39 cm di lunghezza) facilmente riconoscibile per il suo piumaggio ed è presente soprattutto in ambienti rurali, predilige aree pianiziali fino a 500-600 m di quota, meglio se coltivate a cereali e gradisce anche aree lagunari [1]. È uno dei predatori notturni più specializzati nella cattura di micro mammiferi, soprattutto arvicole e topi, ma può predare anche altri vertebrati come uccelli, rettili e anfibi [1]. In Italia il trend della specie è in decremento, la popolazione è stimata in 6000-13000 coppie con

popolazioni più consistenti nelle regioni centro meridionali. In Toscana si stima la presenza di 500 – 1500 coppie [2, 3]. Le ragioni del suo declino sono legate a diversi aspetti della biologia di questo rapace: trasformazione dell'habitat e rarefazione dei siti idonei alla riproduzione, inverni molto rigidi, uso di pesticidi e rodenticidi in agricoltura, uccisioni illegali, collisione con cavi, ma soprattutto, la minaccia più grave risulta essere l'impatto con veicoli in transito [1,3].

Materiali e metodi

L'indagine ha riguardato il tratto autostradale Carrara-Livorno della autostrada A12 Genova-Rosignano, nel quadriennio 2009-2012. Tale tratto,

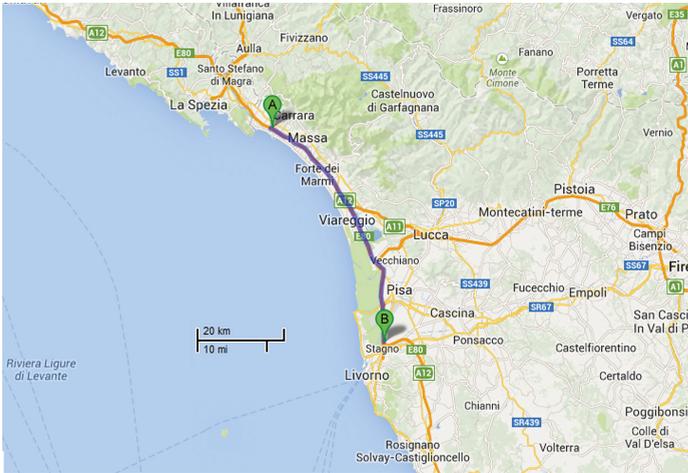


Figura 1: Mappa cartografica ottenuta con il software Google Maps del tratto autostradale Carrara-Livorno della autostrada A12 Genova-Rosignano. Il tratto è evidenziato in blu, mentre le lettere «A» e «B» all'interno dei balloons verdi indicano rispettivamente i caselli autostradali di Carrara e di Livorno.

rappresentato in figura 1, è lungo circa 60 km e interessa le Province di Massa Carrara, Lucca, Pisa e Livorno.

Dal 1/1/2009 al 31/12/2012, per cinque giorni alla settimana (dal martedì al sabato) un operatore ha percorso in automobile il tratto considerato per due volte al giorno. Il viaggio di andata iniziava al casello di Carrara alle ore 08.00 circa e terminava al casello di Livorno dopo circa 45-60 minuti di viaggio a una velocità di circa 110-130 km/h. Il viaggio di ritorno, di simile durata e velocità, iniziava al casello di Livorno alle ore 20.00 circa.

I rilievi sono stati effettuati riconoscendo a vista gli animali dall'auto in movimento e tra le varie specie di strigiformi rinvenute lungo il tragitto, il Barbagianni, di cui un esemplare adulto è visibile in figura 2, è stato scelto come specie d'elezione per la presente indagine, proprio perché più facilmente riconoscibile rispetto agli altri, potenzialmente confondibili tra loro per colori e dimensioni. In figura 3 è visibile un Barbagianni deceduto sulla carreggiata.

Data l'impossibilità di fermarsi in autostrada e le velocità di percorrenza, alcuni animali non venivano identificati immediatamente, ma soltanto al passaggio del giorno dopo, riducendo la velocità e prestando maggior attenzione nella zona dell'avvistamento.

Sono stati esclusi dal censimento tutti gli animali di incerta identificazione e quelli rimossi o non più presenti in carreggiata.

Risultati

In totale sono stati rilevati 105 barbagianni deceduti in incidenti con gli autoveicoli in marcia: 37 nel 2009, 26 nel 2010, 20 nel 2011 e 22 nel 2012. Tali individui sono stati rinvenuti in modo non uniforme sia in termini di distribuzione spaziale che temporale.

Come si evince dalle figure 4 e 6, il tratto maggiormente interessato dal fenomeno è quello compreso tra le uscite di Viareggio e Pisa Nord con 31 animali rinvenuti nei 4 anni di indagine; in ordine di frequenza vengono poi i tratti immediatamente

gli autori

¹ Via della chiesa XVIII 780, S. Angelo in campo, 55100 Lucca (LU), Italy, e-mail: ric_gherardi@hotmail.com

² Benčičeva ulica 14, 6000 Koper, Slovenija, e-mail: tzagorsek@gmail.com

³ Via De Gasperi 1, 52025 Levane (AR), Italy, e-mail: donaticlaudia@tin.it

⁴ Noctua srl. Piazza Visconti 11, 29020 Grazzano Visconti (PC), Italy, e-mail: marco.mastrorilli@tin.it

⁵ Via serravalle 1, 19034 Casano di Ortonovo (SP), Italy

* e-mail: gianlucabedini@virgilio.it



Figura 2: Fotoritratto di un esemplare adulto di Barbagianni.

adiacenti compresi tra le uscite di Pisa Nord e Pisa Centro (23 animali) e Versilia e Viareggio (21 animali). Segue con lo stesso ordine di grandezza con 18 animali, il tratto compreso tra le uscite di Pisa Centro e Livorno. Meno frequenti risultano i ritrovamenti nei tratti compresi tra le uscite di Massa e Versilia e di Carrara e Massa con rispettivamente 8 e 4 animali rinvenuti.

Come è visibile nelle figure 5 e 6, nel lato Ovest dell'autostrada (direzione Genova-Rosignano) sono stati rilevati 64 individui, mentre percorrendo il lato Est (direzione Rosignano-Genova) ne sono stati rilevati 41. Anche la distribuzione temporale, come è visibile dalle figure 7 e 8, è risultata non essere uniforme con una maggior frequenza di ritrovamenti nei mesi invernali durante i quattro anni. In figura 4 sono visibili picchi nei mesi di Febbraio (22) e Dicembre (24) contro i valori del periodo compreso tra Aprile e Settembre in cui i ritrovamenti variano tra 1 e 2.



Figura 3: Fotografia ritraente un esemplare di barbagianni rinvenuto deceduto al margine esterno della carreggiata lungo il tratto autostradale Carrara-Livorno della autostrada A12 Genova-Rosignano.

In particolare, come mostrato in figura 8, durante il 2009 non è stato rilevato alcun animale nel mese di febbraio mentre il maggior numero di rinvenimenti ha riguardato i mesi di ottobre, novembre e dicembre (4, 5 e 6).

Nel 2010 il maggior numero di ritrovamenti è stato relativo al mese di febbraio con 9 individui, seguiti da dicembre 8 individui.

Nel 2011 il picco di ritrovamenti si è avuto in febbraio con 8 individui, seguiti da ottobre e novembre, entrambi con 7 individui.

Infine, nel 2012, il maggior numero di rinvenimenti si è verificato in dicembre con 6 individui, seguito dal mese di febbraio con 5.

Lungo tutto il percorso non è stato riscontrato nessun intervento di mitigazione per ridurre gli incidenti ai danni della fauna selvatica con i veicoli in marcia. Le uniche protezioni presenti nel tratto considerato sono rappresentate da barriere fonoassorbenti, alcune delle quali provviste di sagome anticollisione.

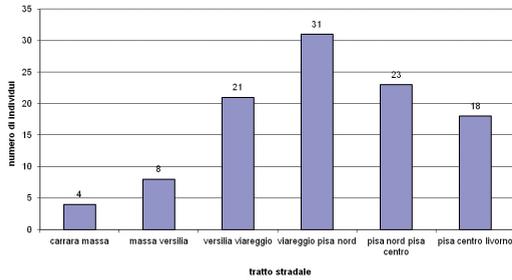


Figura 4: Grafico raffigurante la distribuzione spaziale dei barbagianni trovati morti lungo il tratto Carrara-Livorno dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano nel quadriennio 2009-2012.

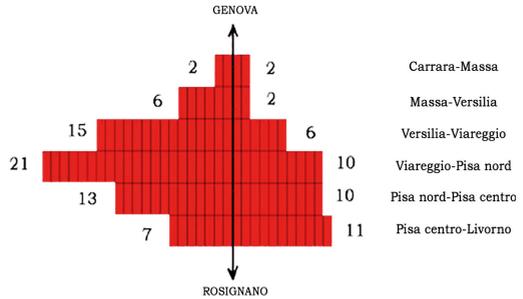


Figura 5: Grafico raffigurante la distribuzione spaziale dei barbagianni trovati morti lungo il tratto Carrara-Livorno dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano relativamente ai due sensi di marcia.

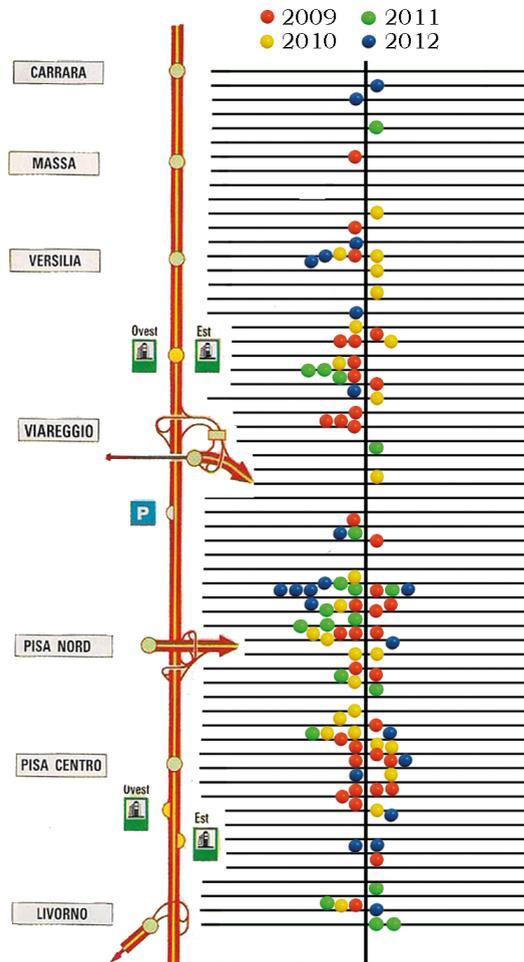


Figura 6: distribuzione spaziale dei barbagianni trovati morti lungo il tratto Carrara-Livorno dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano: nella parte sinistra della figura è rappresentato in modo schematico il tratto oggetto di studio, con i riferimenti delle uscite/entrate e delle aree di servizio. Le righe nere orizzontali sono tracciate a distanza di 1 km in scala e ogni punto colorato rappresenta la posizione dei singoli rinvenimenti di barbagianni deceduti, indicati con colori diversi per distinguere i quattro anni. La riga nera verticale rappresenta la divisione tra gli opposti sensi di marcia.

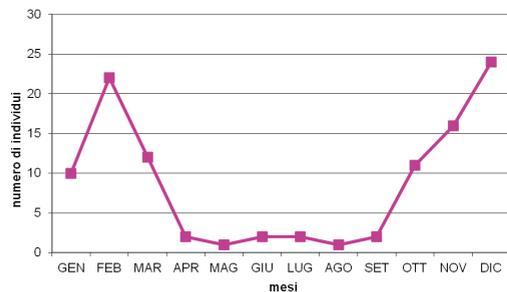


Figura 7: Grafico raffigurante la distribuzione temporale media dei barbagianni trovati morti lungo il tratto Carrara-Livorno dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano nei quattro anni di indagine.

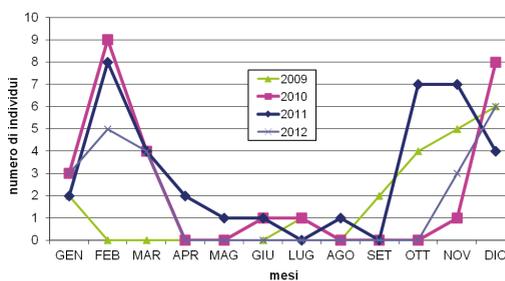


Figura 8: Grafico raffigurante la distribuzione temporale dei barbagianni trovati morti lungo il tratto Carrara-Livorno dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano nei quattro anni di indagine.

Discussione

Riguardo ai 105 animali rinvenuti nei 4 anni, è bene precisare che si tratta sicuramente di un dato sottostimato, conferme di questo vengono, infatti, dalle segnalazioni ricevute dal personale SALT (Società Autostrada Ligure Toscana) addetto alla gestione del tratto autostradale, tra le cui mansioni c'è anche quella della rimozione di eventuali animali trovati deceduti lungo la carreggiata. In base a questo alcuni barbagianni potrebbero essere stati rimossi prima del nostro passaggio. Inoltre alcuni esemplari potrebbero essere stati sbalzati fuori dalla carreggiata a causa dell'impatto, e quindi fuori dalla nostra vista ed altri non deceduti immediatamente potrebbero essersi allontanati ed essere deceduti più lontano.

È difficile stabilire se 105 animali sia un numero alto o basso. Il dato può essere messo in relazione con il numero di coppie nidificanti in Toscana, stimate tra le 500 e le 1500, ottenendo una mortalità media annuale per la specie nel tratto considerato che va dallo 0,008% allo 0,020%. Tale dato, riportato sui più di 500 km della rete autostradale toscana, porterebbe ad una ipotetica mortalità del 4-10 % della popolazione regionale dei barbagianni dovuta al solo impatto della rete autostradale.

Come visibile dalla figura 1 lungo il tratto considerato esistono zone di maggior rischio per la specie. Queste riguardano principalmente i tratti tra i caselli di Viareggio e Pisa Nord e a seguire, di Versilia e Viareggio e di Pisa Nord e Pisa Centro. In particolar modo nei circa 30 km che intercorrono tra il casello Versilia e quello di Pisa

Centro, nei territori appartenenti alle province di Lucca e Pisa, sono stati rinvenuti il 71% degli individui deceduti. Questo può essere semplicemente imputabile alla particolare vocazione per la specie degli ambienti attraversati dai tratti autostradali in questione.

La differenza riscontrata nei rinvenimenti percorrendo i 2 opposti sensi di marcia, come visibile dalla figura 2, può essere invece imputabile alle diverse condizioni di visibilità e di luminosità presenti in loco all'ora del rilevamento.

Questa ipotesi può ulteriormente confermare quanto precedentemente asserto riguardo alla sottostima dei soggetti rinvenuti.

Come evincibile dalla figura 4 i ritrovamenti in media nei quattro anni sono concentrati nel periodo che va da novembre a febbraio. Questo fatto potrebbe essere correlabile alle basse temperature che spingerebbero gli animali a cacciare nei pressi delle vie di comunicazione dove risulterebbe più facile reperire le prede. Durante il periodo invernale, inoltre, la scarsità delle prede e le avverse condizioni climatiche potrebbero causare un calo nelle capacità sensorie e in quelle reattive dei soggetti, e un calo della prudenza nell'attività predatoria.

Un'altra possibile causa, o concausa della precedente potrebbe essere l'inesperienza dei giovani nati nell'anno, presenti nel periodo in questione.

Come si può evincere dalla figura 5, l'andamento della mortalità durante il corso dell'anno è più o meno concorde durante i quattro anni d'indagine, mostrando un andamento stagionale.

Una differenza interessante può essere quella del

bimestre febbraio-marzo 2009 rispetto agli altri anni. In tale periodo, infatti, non si sono avuti ritrovamenti rispetto al normale picco presente negli altri anni. Tale peculiarità sembra non avere spiegazioni se non quella relativa alla massiccia presenza di lavori lungo il tratto Pisa Centro-Livorno, anche durante le ore notturne, che possono avere rappresentato una notevole fonte di disturbo.

Nei quattro anni di indagine non sono state rilevate importanti fluttuazioni nel numero dei rinvenimenti; fatto che potrebbe essere indice sia di una pericolosità costante, che di una presenza non a rischio della specie sul territorio. Per quanto riguarda le eventuali protezioni per evitare che i barbagianni possano entrare in carreggiata quelle esistenti sono poche e unicamente rappresentate dalle barriere fonoassorbenti, alcune delle quali in materiale trasparente non sempre dotate di sagome anticollisione e quindi potenzialmente pericolose per l'avifauna.

La nostra indagine va ad aggiungersi ad altre riguardanti l'impatto con autoveicoli come principale causa di morte negli Strigiformi, non per

ultimo il progetto "Notturni e Strade" promosso dal Gruppo Italiano Civette.

Noi non possiamo che confermare come anche nel barbagianni nello specifico, sia una causa di morte molto importante e ci auspichiamo che altri tratti stradali possano essere indagati riguardo a tale problema in modo da trovare i punti di maggior rischio per la specie e poterne promuovere la tutela.

Bibliografia

- [1] C. Della Pietà, M. Mastrorilli. Gufi e civette. Gruppo Editoriale Muzzio. Padova: 2008.
- [2] G. Tellini Florenzano, E. Arcamone, N. Baccetti, E. Meschini e P. Sposimo (eds), Atlante degli Uccelli nidificanti e svernanti in Toscana (1982-1992). Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno - Monografie 1: 1997.
- [3] P. Bricchetti, G. Fracasso. Ornitologia Italiana. 3° volume Stercorariidae-Caprimulgidae. Alberto Perdisa Editore. Ozzano dell'Emilia (BO): 2006.

Studio di mieli toscani monoflorali mediante tecniche chimiche cromatografiche e spettroscopiche

Erica Parri^{1*}, Alessandro Lenzi², Mario Cifelli³, Annalaura Restivo⁴, Ilaria Degano⁵, Erika Ribechini⁶, Maurizio Zandomenighi⁷, Valentina Domenici⁸

Parole chiave: miele toscano uniflorale, autenticazione dell'origine botanica, analisi chimica di componenti minoritari

Il miele è uno degli alimenti che caratterizzano la produzione agricola della regione Toscana; la grande variabilità pedoclimatica del territorio regionale permette agli apicoltori di ottenere tipologie di miele di differente origine botanica, a seconda della zona e del periodo di raccolta del nettare da parte delle api. Oggetto di questo studio sono state sette diverse varietà di miele monoflorale artigianale toscano, di provenienza certa e derivante da fioriture localizzate in aree geografiche definite: acacia, castagno, girasole, sulla, marruca, erica e trifoglio, di cui sono stati analizzati alcuni dei suoi componenti in tracce, tra cui acidi fenolici e composti flavonoidi. Sono state utilizzate sia tecniche chimico-analitiche micro distruttive (estrazione e purificazione dalla componente maggioritaria zuccherina e separazione mediante cromatografia liquida con rivelatore DAD) che chimico-fisiche non distruttive sul campione nello stato 'bulk' (Fluorescenza Front-Face). L'interesse nella ricerca, identificazione e quantificazione delle specie chimiche sopra elencate è duplice:

- alcune di esse possono infatti essere considerate dei marker per l'autenticazione dell'origine botanica del miele, e quindi essere di valido aiuto alla tradizionale e non semplice analisi melissopalinoologica;
- possono dare ulteriore valore aggiunto al prodotto e supportare studi biologici sulle proprietà terapeutiche del miele, dovute alla presenza di tali composti, di cui è nota la capacità antiossidante.

1. Introduzione

1.1. Il miele e l'autenticazione dell'origine botanica: stato dell'arte

Il Decreto Legislativo del 21 maggio 2004 n.179 [1], in attuazione della direttiva 2001/110/CE del 20 dicembre 2001 concernente la produzione e la commercializzazione del miele, definisce quest'ultimo: "La sostanza naturale dolce che le api domestiche (*Apis mellifera*) producono dal nettare di piante o dalle secrezioni provenienti da parti vive di piante o dalle sostanze secrete da insetti succhiatori che si trovano su parti vive di piante che esse bottinano, trasformano, combinano con sostanze specifiche proprie, depositano, disidratano, immagazzinano e lasciano maturare nei favi dell'alveare".

Il miele quindi è una sostanza naturale prodotta dalle api a partire dal *nettare* secreto da piante o fiori oppure dalla *melata* che si trova su alcune piante, composto escreto da insetti parassiti che si nutrono della linfa delle piante stesse. Sulla base di questo, il miele viene suddiviso in due principali categorie: *miele di nettare* e *miele di melata*.

Sempre riferendosi all'origine botanica i mieli di nettare vengono a loro volta differenziati in *mieli uniflorali*, quando derivano principalmente da una sola specie vegetale, presentando così caratteristiche definite e in *mieli multiflorali*, in cui non prevale un'unica origine. Il miele è il risultato di un processo piuttosto lungo, che a partire dal nettare viene modificato prima dalle api e poi dall'apicoltore [2].

1.2 Composizione chimica del miele

Il miele è principalmente una soluzione sovrasatura di zuccheri, ma in realtà la sua composizione chimica è piuttosto complessa: vi sono stati identificati oltre 300 molecole e probabilmente vi sono numerose sostanze minoritarie ancora da identificare. Le classi di composti presenti in tutti i tipi di miele, anche se in proporzioni variabili, sono maggiormente carboidrati (in media 80%) e acqua (in media 17%) (Figura 1); poi si trovano gli acidi organici (0,1-0,5%), le proteine e gli aminoacidi liberi (0,2-0,3%), sali minerali (0,02-1%), gli enzimi ed infine i costituenti in tracce: vitamine, acidi fenolici e composti flavonoidi, costituenti dell'aroma, lipidi e cere, pigmenti e granuli polinici [3].

Le componenti principali

1. Carboidrati

L'elevato contenuto in carboidrati è determinante per la definizione delle proprietà chimico-fisiche del miele, quali viscosità, igroscopicità, stato fisico, valore energetico, potere dolcificante. In parte essi derivano direttamente dal nettare, in parte il loro contenuto cambia in seguito ad azioni enzimatiche proprie delle api. Il fruttosio (media in peso 38%) e il glucosio (media in peso 31%) sono gli zuccheri predominanti nel miele, che insieme costituiscono circa il 90% degli zuccheri totali. Le loro proporzioni variano a seconda della tipologia di miele, e dal rapporto fruttosio/glucosio (compreso circa tra 0,9 e 1,7) dipende il grado di cristallizzazione del miele: maggiore è tale rapporto minore è la tendenza alla cristallizzazione. Inoltre, il miele contiene anche piccole quantità di zuccheri superiori (di-, tri- e oligosaccaridi).

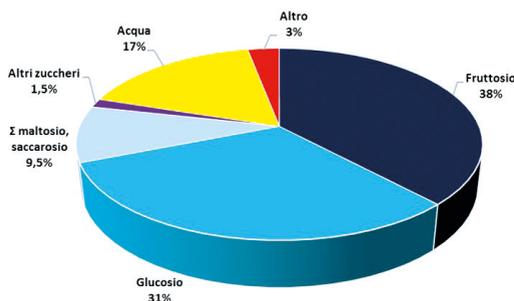


Figura 1: composizione del miele (% in peso) [3].

2. Acqua

Il contenuto d'acqua è mediamente del 17% e non dovrebbe superare il 20%: percentuali elevate di acqua facilitano processi di fermentazione, mentre valori troppo bassi peggiorano la lavorabilità del miele.

Il contenuto d'acqua nel prodotto dipende da diversi fattori: origine botanica, condizioni atmosferiche e ambientali precedenti e successive all'estrazione, stagione di produzione, modalità di intervento dell'apicoltore e condizioni di conservazione.

3. Acidi organici

I mieli contengono acidi organici in percentuali non elevate (in peso 0,1-0,5%); essi possono trovarsi nella loro forma libera o nella loro forma esterificata (lattoni).

gli autori

¹ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa (Italia)

² Chema Srl, via Ernesto Solvay 44, 57016 Rosignano Solvay, Livorno (Italia), email: alisanta@interfree.it

³ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa (Italia), e-mail: mario@dcci.unipi.it

⁴ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa (Italia), e-mail: annares@live.it

⁵ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa (Italia), e-mail: ilariad@dcci.unipi.it

⁶ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa (Italia), e-mail: erika@dcci.unipi.it

⁷ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa (Italia), e-mail: maurizio.zandomenighi@gmail.it

⁸ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa (Italia), e-mail: valentin@dcci.unipi.it

* e-mail: erica.parrisi86@gmail.com

L'acido quantitativamente più importante è l'acido gluconico, in equilibrio con il suo gluconolattone [2], che si forma dal glucosio in seguito all'azione dell'enzima glucosio ossidasi, con liberazione di acqua ossigenata. Sono stati identificati anche altri acidi organici, la cui presenza fa sì che il pH del miele sia acido, con valori compresi tra 3.4 e 6.1 [3].

4. Proteine e amminoacidi liberi

Il miele è povero di amminoacidi liberi e di proteine (mediamente 0.2-0.3%). Questi possono derivare dal nettare (o dalla melata), dai granuli di polline che si trovano nel miele o da secrezioni delle api; di quest'ultimo caso ne è un esempio la prolina, l'amminoacido libero presente in maggior quantità in tutte le tipologie di miele, che può rappresentare dal 50% all'85% dell'intera frazione aminoacidica [3].

5. Enzimi

I principali enzimi del miele sono: l' α -glucosidasi (invertasi o saccarasi) e la glucosio ossidasi, derivanti da secrezioni ghiandolari dell'ape; le α - e β -amilasi (diastasi), in parte di origine vegetale e in parte di origine animale; la catalasi, presente nel polline e la fosfatasi, derivante principalmente dal polline e in parte anche dal nettare (o dalla melata) [3].

6. Sostanze minerali

Il contenuto di sali minerali nel miele è in generale basso (0.02-1%) e molto variabile. Dal loro contenuto dipende la conducibilità elettrica e il colore del miele: generalmente i mieli chiari sono poveri di sostanze minerali (ad esempio acacia, sulla), mentre quelli più scuri, in particolare il miele di castagno e quello di melata, ne sono più ricchi [4]. La presenza dei sopradetti elementi è causata dall'assorbimento, attraverso la linfa, dei minerali contenuti nel terreno. Per questo la quantità di ogni sale varia da miele a miele a seconda dell'origine botanica e geografica [5]: in particolare mieli di uguale origine botanica provenienti da territori diversi possono avere un diverso contenuto di oligoelementi.

Le componenti minoritarie

Si tratta di sostanze che si trovano in tracce:

1. Acidi fenolici e composti flavonoidi

Essi appartengono alla famiglia dei polifenoli, una classe di molecole largamente presenti nel

regno vegetale, prodotte dal metabolismo secondario delle piante e quindi strettamente legate alla composizione del nettare. È da queste sostanze biofunzionali che dipende la capacità antiossidante del miele. I gruppi di principale interesse sono gli acidi fenolici e alcune classi di composti flavonoidi (flavoni, flavonoli, flavanoni, e isoflavoni, sia come agliconi che come glicosidi, aventi cioè tra i sostituenti uno zucchero) [6] (Figura 2).

È interessante notare che la presenza di tali sostanze influenzi anche il colore del miele: i mieli più scuri, come ad esempio castagno ed erica, hanno un contenuto minore in composti flavonoidi e maggiore in acidi fenolici rispetto ai mieli chiari [7].

2. Vitamine

Il miele è un alimento povero di vitamine e in letteratura si trovano pochi studi relativi alla loro determinazione in tale matrice. Vi sono state identificate vitamine idrosolubili quali la tiamina (vitamina B1), la riboflavina (vitamina B2), la niacina (vitamina B3), l'acido pantotenico (vitamina B5), la piridossina (vitamina B6), la biotina (vitamina B8 o vitamina H), l'acido folico (vitamina B9) e l'acido ascorbico (vitamina C); tali vitamine sono state determinate mediante metodi microbiologici (le vitamine del gruppo B) [8,9] e cromatografici [10]. Da letteratura l'analisi di alcune di esse mediante tecnica HPLC in accoppiamento al rivelatore UV le rivela in quantità dell'ordine mediamente non superiore alla decina di mg/kg e comunque variabili a seconda dell'origine botanica del miele [11]; le vitamine che si trovano nel miele derivano non dal nettare, ma dal polline che le contiene in concentrazioni ben più elevate.

3. Sostanze volatili responsabili dell'aroma

Si tratta di diversi composti (acidi, alcoli, chetoni, aldeidi, esteri, aromatici, idrocarburi) che sono presenti in varie proporzioni. Essi caratterizzano l'aroma del prodotto e sono differenti per ogni specie di miele, poiché la maggior parte di essi è strettamente legata alla composizione del nettare (o della melata), sebbene alcuni, in particolare l'aldeide idrossimetilfurfurale (HMF), siano usati come indice della freschezza del prodotto o di eventuali trattamenti termici [12].

4. Pigmenti

Il contenuto del miele in pigmenti vegetali colorati è tutt'ora poco conosciuto: è probabile che

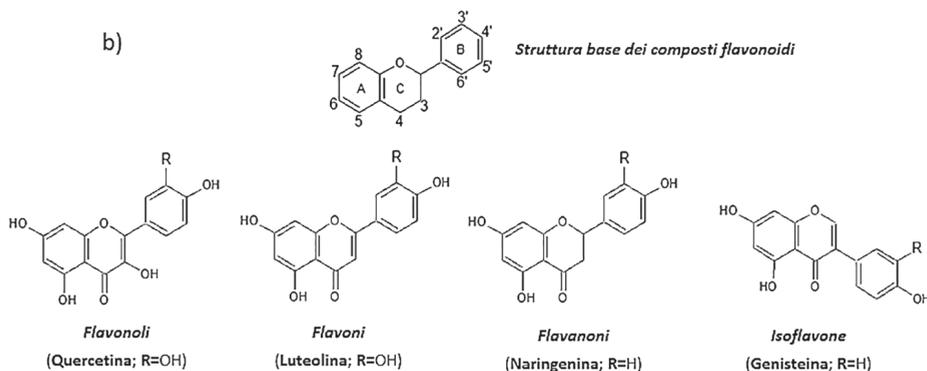
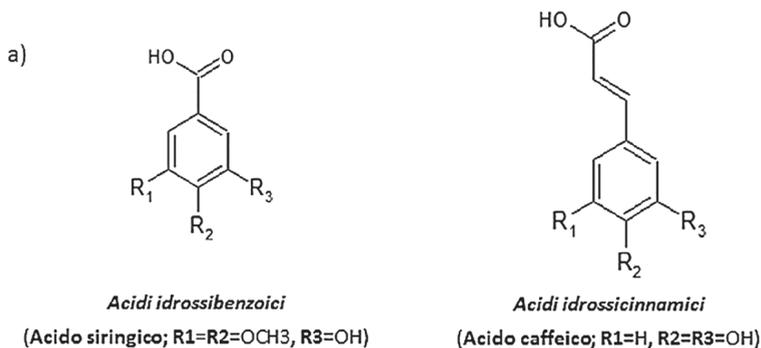


Figura 2: Struttura chimica degli acidi fenolici (a) e delle classi di composti flavonoidi d'interesse (b); tra parentesi ne è riportato un composto rappresentativo.

carotenoidi, xantofille e clorofille partecipino alla definizione del colore del miele insieme agli acidi fenolici e ai sali minerali [3,13].

5. Lipidi

La loro presenza nel miele è praticamente insignificante ed è probabilmente collegata alle cere residue provenienti dalle estrazioni [2].

6. Granuli pollinici

Sono gli elementi principali tra quelli che si trovano in sospensione nel miele e sono diretta espressione dei fiori visitati dall'ape; la loro quantità finale nel miele dipende comunque da più fattori, sia legati alla morfologia e la natura della pianta, che da fattori indipendenti dall'origine botanica (per esempio contaminazioni dovute a polline depositato precedentemente nell'arnia (inquinamento secondario), ad operazioni di smielatura (inquinamento terziario) o a polline disperso nell'atmosfera (inquinamento quaternario).

1.3. I mieli uniflorali

La legislazione italiana in materia (D. Lgs. 179/2004 art. 3) prevede che il miele possa essere etichettato con l'indicazione dell'origine floreale o vegetale "... se il prodotto è *interamente* o *principalmente* ottenuto dalla pianta indicata e ne possiede le caratteristiche organolettiche, fisico chimiche e microscopiche". Nonostante si tratti di una definizione che offre ampio margine di interpretazione, la possibilità di etichettare un miele secondo l'origine floreale richiede una serie di interventi legati al controllo di tale affermazione: questa è la ragione per la quale, negli ultimi anni, vi è stato un crescente interesse verso lo sviluppo di metodi chimico-analitici volti ad attestare l'autenticità di tale definizione.

Il territorio toscano si rivela particolarmente favorevole alla pratica dell'apicoltura e alla produzione diversificata di mieli uniflorali; la sua

complessità pedo-morfologica e climatica garantisce infatti la presenza di formazioni vegetali molto varie, che vanno da quelle tipiche della macchia mediterranea, alla vegetazione montana (dei rilievi Appenninici e del Monte Amiata), passando per le colture foraggere delle zone pianeggianti e collinari. Le tipologie principali di miele uniflorale e le relative aree di raccolta più significative sono rappresentate in Figura 3. La presenza dell'acacia (*Robinia pseudoacacia*) e la conseguente produzione di miele è diffusa più o meno su tutto il territorio regionale mentre quella del castagno (*Castanea sativa*) interessa le zone di montagna, le colline interne e preappennine e quella di erica (*Erica arborea*), caratteristico arbusto della macchia mediterranea, riguarda sia la fascia litoranea che l'entroterra; sulla (*Hedysarum coronarium*), tipica coltura da foraggio, e trifoglio (*Trifolium repens*) sono diffusi soprattutto sulla fascia litoranea e sulle colline interne mentre il girasole (*Helianthus annuus*) caratterizza tutta la fascia litoranea e le zone pianeggianti della regione. Il miele di marruca (*Paliurus spina-christi*) deriva da un arbusto spinoso diffuso in cespuglieti su pendii aridi ed è una produzione caratteristica della Maremma toscana e in minima parte della zona meridionale della provincia di Livorno [14]. Oltre a quelle sopracitate, altre produzioni toscane riguardano il miele di tiglio (genere *Tilia*) diffuso nell'entroterra pisano, lucchese e fiorentino, il miele di eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) prodotto nella bassa maremma e in alcune zone interne della provincia di Siena e il miele di melata (raccolta essenzialmente da conifere), diffuso nelle zone di montagna di quasi tutto il territorio regionale. Per ognuno di queste tipologie di miele esistono delle schede tecniche che ne riportano le caratteristiche melissopalino-logiche, gli aspetti

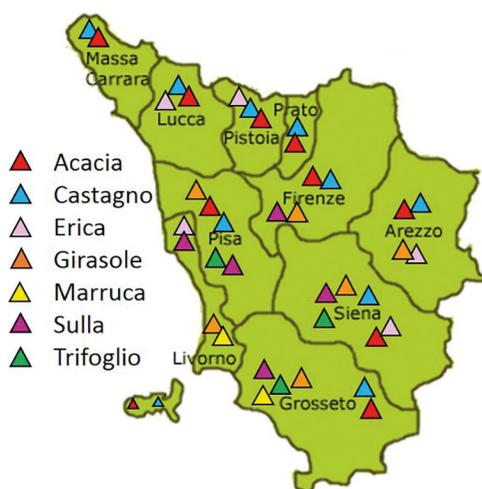


Figura 3. Mappa dei mieli toscani e legenda.

organolettici e le proprietà chimico-fisiche; per i mieli di trifoglio e marruca, le cui produzioni sono sporadiche e tipicamente locali, anche sotto questo punto di vista il loro livello di conoscenza non è altrettanto completo ed esistono solo delle schede tecniche semplificate [15].

2. Materiali e Metodi

2.1. Campioni

I campioni di miele uniflorale sono stati prodotti da aziende toscane e derivano dalla raccolta del nettare (2012) da fioriture localizzate in aree geografiche definite. La loro origine botanica è stata confermata mediante analisi melissopalino-logica e sensoriale, effettuate presso i laboratori



Figura 4: Campioni di miele analizzato.

Tabella 1: Elenco dei campioni di miele analizzati e relativa provenienza

TIPOLOGIA DI MIELE UNIFLORALE	AZIENDA PRODUTTRICE	AREA DI RACCOLTA DEL NETTARE
Acacia	Azienda Agricola Miele Camerini-Casale Marittimo (PI)	Garfagnana (LU), Abetone (PT)
Castagno	Azienda Agricola Miele Camerini-Casale Marittimo (PI)	Garfagnana (LU), Abetone (PT)
Girasole	Azienda Agricola Miele Camerini-Casale Marittimo (PI)	Vada (LI)
Sulla	Azienda Agricola Miele Camerini-Casale Marittimo (PI)	Navacchio (PI), Arnaccio (PI)
Marruca	Azienda Agricola Miele Camerini-Casale Marittimo (PI)	Follonica e zone meridionali limitrofe (GR)
Erica	Apicoltura Bertocchini – Monte S. Quirico (LU)	Garfagnana (LU)
Trifoglio	Azienda Agricola Miele Camerini-Casale Marittimo (PI)	Montaione (PI), Casaglia-Montecatini Val di Cecina (PI)

del Dipartimento di Scienze Veterinarie dell'Università degli Studi di Pisa (gruppo di ricerca Prof Felicioli, Dott. Giusti, Dott. Biondi).

2.2. Determinazione di acidi fenolici e flavonoidi nel miele mediante analisi HPLC-DAD

Standard

Sulla base di precedenti studi mirati alla ricerca di polifenoli in mieli uniflorali e in considerazione dell'assenza di un'opinione unanime sull'identificazione di specifiche e univoche molecole di polifenoli (o pattern di esse) indicatrici dell'origine botanica del miele [12], sono stati selezionati 26 analiti per indagarne la presenza nei campioni di miele. Sono 14 acidi fenolici (acido gallico, acido 3,4-diidrossibenzoico, acido 4-idrossibenzoico, acido 3-idrossibenzoico, acido vanillico, acido sirringico, acido salicilico, acido caffeico, acido p-cumarico, acido m-cumarico, acido ferulico, acido sinapico, acido clorogenico, acido ellagico), 3 acidi non fenolici (acido benzoico, acido *trans*-cinnamico e l'ormone vegetale acido *cis,trans*-abscissico) e 9 composti flavonoidi (esperidina, naringina, naringenina, rutina, quercitrina, miricetina, quercetina, luteolina). Le soluzioni standard analizzate in HPLC sono state preparate per diluizione in acqua bidistillata a partire da una soluzione madre

preparata in metanolo e conservate in congelatore a -4°C fino al momento dell'iniezione.

Strumentazione

Lo strumento è dotato di una pompa quaternaria PU-2089 Quaternary Gradient Pump con degassatore (Jasco International Co., Japan) con una valvola d'iniezione da 20 µL (Rheodyne Model 7125) e accoppiata a un rivelatore spettrofotometrico a serie di diodi (DAD) MD-2010 (Jasco International Co.). L'intervallo di acquisizione degli spettri di assorbimento UV-vis è 200-650 nm. I dati ottenuti sono stati processati mediante software Jasco ChromNAV®. La separazione cromatografica è stata condotta in fase inversa su colonna HPLC Ascentis Express RP-Amide (Supelco, 10 cm × 2,1 mm, 2,7 mm) connessa ad una precolumna Ascentis Express RP-Amide (Supelco, 5 mm × 2,1 mm, 2,7 mm), con una velocità di flusso di 0,3 ml/min e a temperatura termostata di 30°C. Come eluenti sono stati utilizzati acetonitrile allo 0,3% di acido formico (A) e acqua allo 0,3% di acido formico (B), secondo il seguente gradiente di eluizione (A/B, rapporto %): 0/100 fino a t=5 min; 11/89 a t=26 min; 21/79 a t=37 min; 40/60 a t=59 min; 63/37 a t=67 min; 100/0 a t=68 min. Il sistema rimane in condizioni isocratiche al 100% di (B) fino a t=70 min, per poi

tornare al 100% di (A) a $t=72$ min e rimanere in tali condizioni per 10 minuti.

Calibrazione

Per l'analisi quantitativa degli analiti d'interesse nei campioni di miele è stato adottato il metodo della calibrazione esterna, con la costruzione di una retta di taratura per ogni analita, utilizzando concentrazioni degli analiti nell'intervallo compreso tra 0,3 e 8 $\mu\text{g/g}$. La descrizione completa del metodo è riportata in [16].

Procedura di estrazione

Gli analiti d'interesse sono stati estratti dal miele mediante estrazione in fase solida (SPE), utilizzando la resina macroreticolata costituita dal copolimero apolare stirene-divinilbenzene Amberlite XAD-2 (Supelco). La procedura di estrazione utilizzata è descritta in [16].

Analisi dei mieli

Il riconoscimento degli analiti è stato effettuato confrontando il tempo di ritenzione, l'intensità del segnale e lo spettro di assorbimento UV dei picchi cromatografici dei campioni tal quali con quelli dello stesso campione rinforzato con la soluzione standard acquosa contenente gli analiti riportati in Figura 5(a) della sezione 3. Il riconoscimento dei composti contenuti nell'altra soluzione (Figura 5(b)) è stato effettuato mediante confronto diretto con una loro soluzione standard.

2.3. Analisi spettroscopica dei campioni di miele mediante Fluorescenza Front-Face.

Una piccola porzione di miele tal quale è stata inserita nella cella porta-campione (cella in quarzo con cammino ottico di 1cm) in modo da riempirne i $\frac{3}{4}$, scaldata in bagno ad acqua per 10-15 minuti a 35°C e inserita nello strumento.

Gli spettri di fluorescenza sono stati acquisiti usando uno spettrofluorimetro ISA Fluoromax II con lampada ad arco allo Xe equipaggiato, per misure in riflettanza *front-face*, di un portacelle fissato in modo tale che l'angolo di incidenza del raggio di eccitazione con la normale alla superficie del campione sia di 31°. Per ogni campione di miele sono stati acquisiti spettri di emissione ($250 \leq \lambda_{\text{ex}} \leq 550$ nm con un intervallo di 10 nm), spettri di eccitazione (a lunghezze d'onda diverse a seconda della posizione dei massimi di

fluorescenza ottenuti negli spettri di emissione) e spettri sincroni ($20 \leq \Delta\lambda \leq 220$ nm con un intervallo di 10 nm). La larghezza delle fenditure, sia del monocromatore di eccitazione che di emissione è stata fissata a 2 nm, il tempo di integrazione a 0,5 secondi e l'incremento di 2 nm.

3. Risultati e discussione

3.1. HPLC-DAD

I cromatogrammi relativi ai sette campioni di miele sono riportati in Figura 5 (da **c**) a **i**) e confrontati con i cromatogrammi relativi alle soluzioni standard (**a**) e **b**). In Figura 6 è riportato il grafico relativo alla composizione (mg/100g) in acidi fenolici e composti flavonoidi identificati in ciascun miele.

Le principali caratteristiche distintive riscontrate sono di seguito riassunte; accanto ad ogni composto è indicato il numero del picco cromatografico riportato in Figura 5.

- **L'acido gallico (1)** (di cui non è stato possibile valutarne la presenza nel girasole e nel trifoglio, a causa di coeluizione con altre specie che ne coprono il segnale) e **l'acido fenolico salicilico (8)** sono stati individuati solo nel miele di marruca.
- **L'acido ellagico (16)** è stato individuato solo nel miele di acacia.
- **L'acido clorogenico (7)** è stato individuato solo nel miele di girasole; ai fini di una differenziazione è molto significativa anche la presenza dei **flavonoidi quercetina (20)** e **luteolina (25)**, rilevati in quantità di un ordine di grandezza superiore rispetto agli unici altri due mieli in cui sono stati identificati (il primo in acacia e marruca, il secondo in marruca).
- Gli acidi **4-idrossibenzoico (3)**, **siringico** e **benzoico (5)** sono presenti in tutti i mieli, ma il miele di erica ne è significativamente più ricco. A questo pattern di acidi fenolici caratterizzante tale miele va aggiunto **l'acido 3-idrossibenzoico (22)** e **l'ormone vegetale acido abscissico (13)**, in assoluto il composto presente in maggiore quantità. Il miele di erica è contraddistinto anche dalla presenza del **flavonoide quercitrina (17)**, unico campione in cui è stato rilevato.

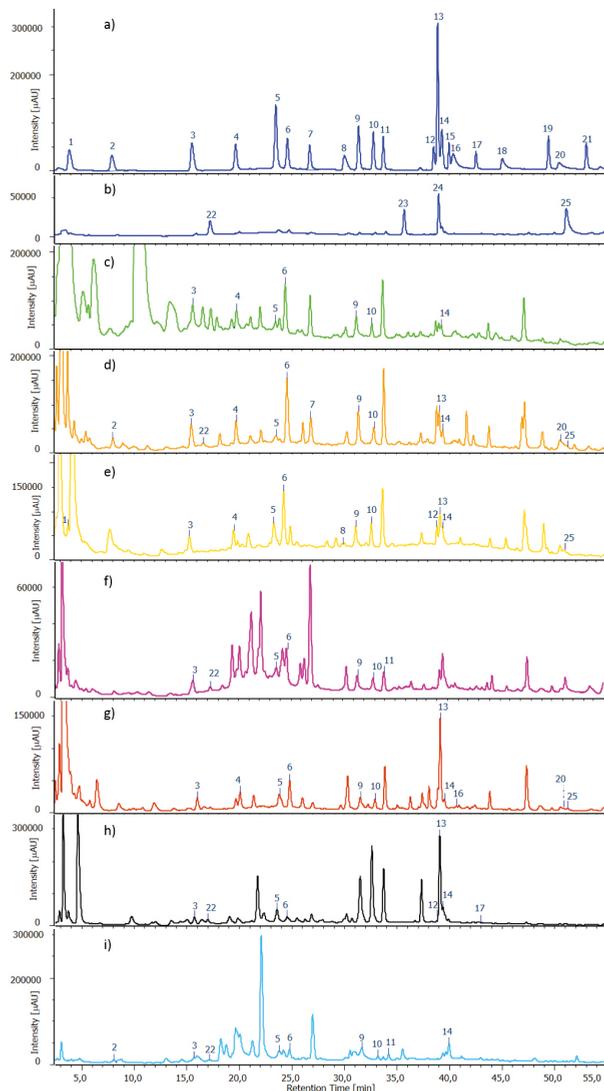


Figura 5: Particolari dei cromatogrammi relativi agli estratti dei sette campioni di miele analizzati (da (c) a (i)) a confronto tra loro e con le soluzioni standard (a) e (b) per il riconoscimento dei composti ricercati ($\lambda = 275 \text{ nm}$). Identificazione dei picchi cromatografici: 1. acido gallico, 2. acido 3,4-diidrossibenzoico, 3. acido 4-idrossibenzoico, 4. acido vanillico, 5. acido siringico + acido benzoico, 6. acido caffeico, 7. acido clorogenico, 8. acido salicilico, 9. acido p-cumarico, 10. acido ferulico, 11. acido sinapico, 12. esperidina, 13. acido(+)-cis,trans-abscissico, 14. acidotrans-cinnamico, 15. rutina, 16. acido ellagico, 17. quercitrina, 18. miricetina, 19. naringina, 20. quercetina, 21. genisteina, 22. acido 3-idrossibenzoico, 23. acido o-cumarico, 24. naringina, 25. luteolina. Legenda dei mieli: c) estratto di miele di girasole; e) estratto di miele di marruca; f) estratto di miele di sulla; g) estratto di miele di acacia; h) estratto di miele di erica; i) estratto di miele di castagno. Gli estratti dei mieli di sulla e castagno sono diluiti 1:5 e il miele di erica 1:8 rispetto agli altri campioni di miele.

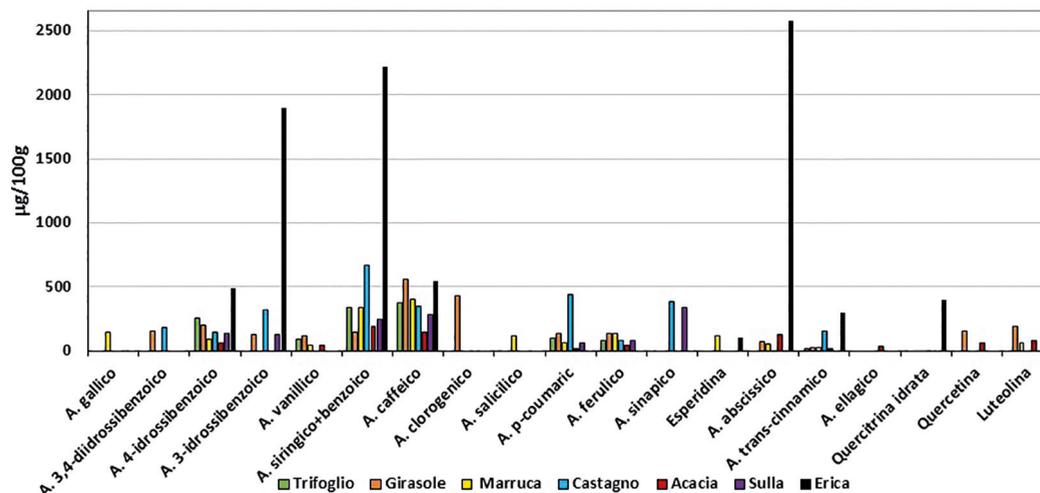


Figura 6: Composizione in mg/100g dei composti ricercati nei campioni di miele.

Sia qualitativamente che quantitativamente le sette tipologie di miele monoflora differiscono quindi molto nel profilo polifenolico.

Al di là dei composti selezionati inizialmente ed individuati nei campioni analizzati, è interessante notare la scarsa presenza di composti flavonoidi nei mieli scuri di erica e castagno rispetto agli altri mieli. Inoltre, come si può vedere dalla Figura 5, sono presenti anche altre sostanze, che non corrispondono a nessuno degli analiti investigati in questo lavoro (in particolare determinati non solo dai tempi di ritenzione, ma anche dai relativi spettri UV-Vis), e che potrebbero essere considerati in alcuni casi caratteristici dell'origine botanica dei mieli studiati.

3.2. Fluorescenza front-face

La tecnica non distruttiva di Fluorescenza Front-Face è stata applicata recentemente allo studio di alcune matrici alimentari, e in pochi casi al miele [17,18,19]. In questi lavori sono state individuate le caratteristiche che qualitativamente distinguono gli spettri di emissione di fluorescenza solo di alcuni mieli monoflorali, in particolare dell'acacia, del castagno e dell'erica. Nel nostro studio sono stati studiati i pattern di emissione ed eccitazione degli stessi sette mieli investigati mediante HPLC-DAD, allo scopo di individuare i profili caratteristici, e l'identificazione dei principali fluorofori che li determinano. In questo

lavoro riportiamo i risultati preliminari, e a titolo di esempio, in Figura 7 sono mostrati spettri di emissione acquisiti alle lunghezze d'onda di eccitazione di 280 nm (a), 340 nm (b) e 420 nm (c), essendo queste le regioni di emissione più significative.

Dagli spettri riportati in Figura 7(a), ad esempio, emerge la presenza di una banda di fluorescenza molto intensa nel caso del miele di trifoglio, rispetto a tutti gli altri mieli. Questo è in accordo con la presenza di molte specie assorbenti nella zona di 270-280 nm, che corrisponde, tra l'altro, alle specie: acido gallico, acido 4-idrossibenzoico, acido vanillico, acido siringico e l'acido trans-cinnamico, che hanno un massimo di emissione a $\lambda=350$ nm, e l'acido caffeico, l'acido ferulico e l'acido p-coumarico, che hanno un massimo di emissione a $\lambda=420$ nm. In questa zona di emissione ci sono anche gli amminoacidi, principalmente tirosina e triptofano, che sono presenti in tutti i mieli, anche se dagli spettri di emissione (Figura 7(a)) possiamo dire che non sono i principali responsabili della fluorescenza dei mieli di sulla, erica e castagno.

Anche se l'assegnazione di tutti i diversi fluorofori presenti non è possibile, possiamo notare che alcuni mieli hanno un profilo di emissione caratteristico (es. castagno vs marruca/acacia/girasole vs erica/sulla).

Se ci spostiamo a lunghezze d'onda di eccitazione

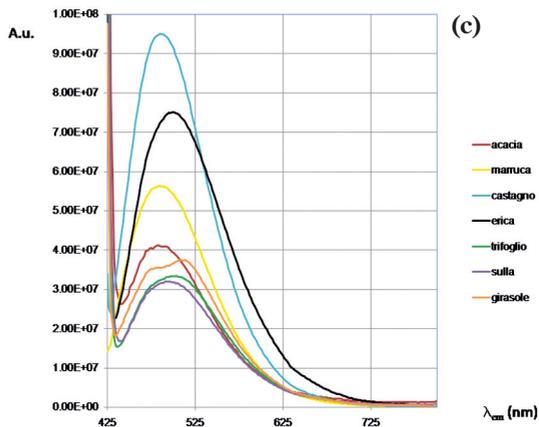
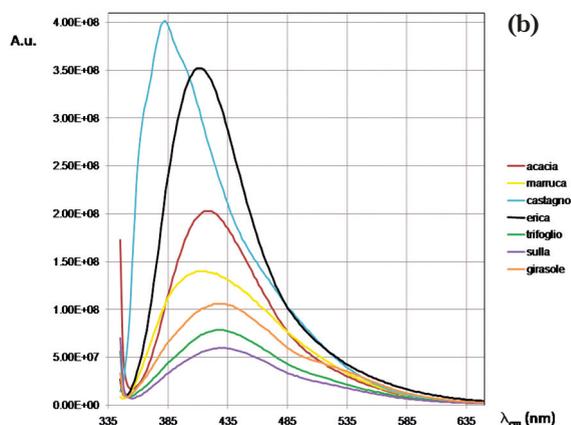
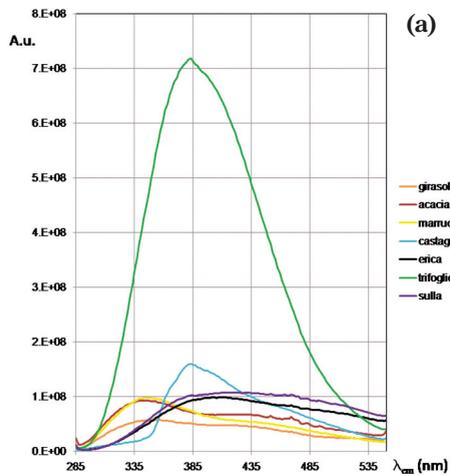


Figura 7. Serie di spettri di emissione di fluorescenza ottenuti eccitando a $\lambda_{ex} = 280$ nm (a), $\lambda_{ex} = 340$ nm (b) e $\lambda_{ex} = 420$ nm (c) con la tecnica di fluorescenza Front-Face, di diversi tipi di miele, come indicato in legenda.

maggiori, i fluorofori interessati sono anche altri. Ad esempio, nel caso del miele di castagno, eccitando a $\lambda = 340$ nm, il massimo di emissione a $\lambda = 380$ nm non corrisponde a nessuno dei composti studiati in questo lavoro, ma è chiaramente un fluoroforo caratterizzante del castagno e che potrebbe essere dovuto alla presenza di vitamina B6 [16]. Eccitando a $\lambda = 340$ nm i profili di emissione dei restanti mieli non differiscono molto l'uno dall'altro (tranne che per intensità) ad eccezione del miele di girasole, che presenta una spalla a 535 nm, che potrebbe essere attribuita

alla maggiore presenza della quercetina rilevata in HPLC-DAD.

Spostandoci a lunghezza d'onda di eccitazione maggiori (es. $\lambda = 420$ nm, Figura 7(c)) si nota la presenza di fluorofori ancora diversi, quali la vitamina riboflavina, e alcuni pigmenti, come beta-carotene e luteina. Su queste sostanze sono in corso ulteriori studi per confermarne la presenza. In particolare, dalla Figura 7(c), si nota una forma caratteristica dello spettro di fluorescenza del miele di girasole, diversa da tutti gli altri mieli [16].

4. Conclusioni

In questo lavoro, sette tipi di miele monoflorale caratteristici della Regione Toscana sono stati studiati combinando due tecniche: la cromatografia liquida HPLC con rivelatore DAD, preceduta da una procedura di estrazione e purificazione dei campioni, e la tecnica spettroscopica non distruttiva di fluorescenza in riflettanza "Front-Face" sul miele tal quale.

Da questo studio è emersa la complessità e la varietà da un punto di vista delle componenti minoritarie dei mieli monoflorali, nonché la presenza di composti caratterizzanti, appartenenti alla classe degli acidi fenolici e dei flavonoidi, la cui identificazione e determinazione quantitativa potrebbe diventare un importante elemento per la conferma dell'origine botanica da un punto di vista chimico e delle proprietà antiossidanti e antibatteriche attribuite al miele.

Questo lavoro inoltre contiene interessanti elementi di novità, derivanti dall'aver utilizzato in modo combinato due tecniche molto diverse e in parte complementari. L'identificazione dei fluorofori e l'analisi spettrale dettagliata delle bande di fluorescenza, così come l'identificazione dei picchi cromatografici incogniti rivelati mediante HPLC-DAD saranno la base per uno sviluppo futuro di questa ricerca.

Bibliografia

- [1] GU n.168 del 20/07/2004.
- [2] M. Pergher, Determinazione dell'origine botanica del miele: un nuovo e affidabile metodo di risonanza magnetica nucleare e chemiometria. Università degli Studi di Padova: 2009.
- [3] H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberl, Honey and artificial honey. In Food Chemistry. Springer: 2007.
- [4] M.L. Gonzalez-Miret, A. Terrab, D. Hernandez, M.A. Fernandez-Recamales, F.J. Heredia, J. Agric. Food Chemistry, 2005, 53: 2574.
- [5] Rashed M. N., Soltan M.E., Journal of Food Composition and Analysis, 2004, 17:725.
- [6] E. Anklam, Food Chemistry, 1998, 63: 549
- [7] F. Ferreres, P. Andrade, F. A. Tomas-Barberan, Z. Lebensm Unters Forsch, 1994, 1991: 32.
- [8] G. Kitzes, A. Schuette, A. Elvehjem, Journal of Nutrition, 1943, 26: 241.
- [9] M.H. Haydak, L.S. Palmer, C. Tanquary, E. V. vino, Journal of Nutrition, 1943, 26: 319.
- [10] M. Ciulu, S. Solinas, I. Floris, A. Panzanelli, M.I. Pilo, P.C. Piu, N. Spano, G. Sanna, Talanta, 2011, 83: 924.
- [11] M. Ciulo, Sviluppo e applicazione di metodi cromatografici per la determinazione qualitativa di costituenti minoritari di prodotti d'alveare. Università degli Studi di Sassari: 2010.
- [12] V.K. Skonien V.K, P.R. Venskutonis, Institute of Food Technologists, 2010, 9: 620.
- [13] A.G. Sabatini, L. Botolotti, G.L. Marcazzan (a cura di), Conoscere il miele. Edizioni Avenue Media Bologna-Milano: 2007.
- [14] Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione del settore Agricolo-forestale: <http://www.arsia.toscana.it/api/Pages/documentazione.html>
- [15] M. Accorti, V. Bassignani, M.L. Piana *et al.*, I mieli uniflorali italiani: nuove schede di caratterizzazione, a cura dell'Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Sezione Apicoltura. Tipografia Benedettucci Carlo. Viterbo: 2000.
- [16] E. Parri, Analisi di componenti minoritari di mieli uniflorali toscani mediante tecniche cromatografiche e spettroscopiche, Tesi di laurea magistrale in Chimica, presso Università degli Studi di Pisa: 2013.
- [17] Y.I. Posudin, Practical Spectroscopy in Agriculture and Food Science. Science Publishers. Enfield, New Hampshire: 2007.
- [18] J. Sádecká, J. Tóthová, Czech J. Food Sci, 2007, 25: 159.
- [19] R. Karoui, E. Dufour, J.-O. Bosset, J. De Baerdemeaker, Food Chemistry, 2007, 101: 314.

Speciazioni graduali o punteggiate? La controversia tra Gradualismo Filetico e Equilibri Intermittenti

Alessandro Riga^{1,2*}, Marco Ricci³

Parole chiave: Speciazione, Equilibri Intermittenti, Gradualismo Filetico

In questo articolo presentiamo uno degli aspetti più importanti dell'attuale dibattito sull'origine delle specie. In particolare, ci concentreremo su due modelli alternativi di speciazione: il Gradualismo Filetico e gli Equilibri Intermittenti. Il dibattito tra i sostenitori dei due schieramenti è sempre stato molto acceso poiché si scontrano due visioni opposte della storia della vita. Il Gradualismo Filetico, che si può far risalire nella sua formulazione originaria a Charles Darwin, presuppone che le trasformazioni delle specie derivino da un cambiamento lento, graduale e continuo; proprio per la natura graduale del cambiamento, il passaggio dalla specie madre alla specie figlia è sfumato e senza soluzione di continuità. In questo contesto, il compito della paleontologia è cercare le forme di transizione in un record fossile incompleto, discontinuo e non rappresentativo dei processi evolutivi. A partire dagli anni '70, un'ipotesi alternativa ha scalzato il Gradualismo Filetico dalla sua posizione di unico modello di speciazione: gli Equilibri Intermittenti. Questa ipotesi, nonostante abbia raggiunto un consenso sempre maggiore, resta largamente sconosciuta al grande pubblico e spesso viene male interpretata anche da biologi e naturalisti. Con questo contributo intendiamo presentare la logica fondamentale degli Equilibri Intermittenti e le sue differenze con il Gradualismo Filetico.

Introduzione

L'Origine delle specie [1] fu uno spartiacque nella storia della scienza. Prima del 1859 l'evoluzione era una delle ipotesi sullo sviluppo della vita; dopo quella data diventò la teoria che spiegava il mondo organico. Alcuni creazionisti accettarono l'evidenza dei fatti e abbracciarono la teoria dell'evoluzione, altri rimasero aggrappati alla loro fede finché morirono insieme alle loro idee. Tuttavia, alcuni dibattiti oltrepassarono pressoché intatti la barriera dell'evoluzionismo. Il paradigma sul quale si basavano le discussioni era cambiato, ma le filosofie che le ispiravano erano le stesse. Ad esempio, nel paradigma creazionista uno dei dibattiti riguardava il modo in cui il progetto divino si rivelasse nel mondo naturale e vedeva contrapposti due schieramenti: i funzionalisti ritenevano che il progetto

divino si mostrasse negli adattamenti di ogni essere vivente all'ambiente in cui vive; i formalisti sostenevano che il progetto di Dio fosse evidente nel piano comune sottostante a tutti gli esseri viventi e che permettesse di riconoscere come dietro alla pinna di un delfino, all'ala di un pipistrello o alla mano dell'uomo ci fosse essenzialmente lo stesso progetto. Questo dibattito proseguì negli anni successivi al 1859 in forme un po' diverse, con la contrapposizione di chi riteneva che la selezione naturale avesse il primato nel costruire le novità evolutive (neodarwinisti – la funzione precede la forma) e di chi invece considerava le spinte interne, indipendenti dalla funzione, predominanti nei processi di nascita di nuove forme (macromutazionisti e ortogenisti – la forma precede la funzione). Questa controversia continua tutt'oggi in forme solo leggermente alterate. Il mondo della scienza è ricco di esempi di questo

tipo; il motivo della sopravvivenza di questi dibattiti a eventi drastici come un cambio di paradigma va ricercata, a nostro avviso, nel fatto che letture opposte degli stessi dati originano da visioni del mondo e da convinzioni filosofiche contrapposte. Il dato in quanto fatto oggettivo non esiste, ma è filtrato dalle convinzioni che permeano la mente di ognuno di noi, dalla storia personale dello scienziato. Inoltre certi fatti esistono solo all'interno della cornice esplicativa di una certa teoria, mentre sono invisibili ad altre teorie. Per dirlo con altre parole: "i fatti sono costituiti da ideologie anteriori" (p. 46) ed esprimono "anche opinioni soggettive, mitiche e da molto tempo dimenticate" (p. 56) [2]. Ed è proprio in una di queste controversie filosofiche che affonda le radici il dibattito che affronteremo in questo articolo. Quello tra *gradualismo filetico* ed *equilibri intermittenti*.

Continuità VS discontinuità

La controversia tra gradualismo filetico ed equilibri intermittenti può essere vista come la fase storica più recente di un dibattito che si può far risalire indietro nel tempo fino ai filosofi dell'antica Grecia: la realtà del mondo è continua o discontinua? È composta da entità discrete come ritenevano Democrito e gli atomisti oppure è un'entità indivisibile come per Parmenide e Zenone? Queste posizioni filosofiche rivali si sono sviluppate nel corso dei secoli e hanno dato origine ad una infinità di dibattiti tra chi sostiene la continuità e chi sostiene la discontinuità delle cose. Ma il ramo della controversia tra continuità e discontinuità che ci interessa in questa sede riguarda l'essenza dei cambiamenti nella storia della vita. E, invece di risalire a ritroso nel tempo fino alle tracce più antiche di questo dibattito è più conveniente fingere che la sua storia sia iniziata tra il XVIII e il XIX secolo con la contesa tra catastrofisti e attualisti.

Secondo i primi, il cui esponente principale fu il naturalista francese George Cuvier, la storia geologica della terra e della vita sulla terra è una storia di discontinuità in cui catastrofi che portano all'estinzione di tutte le specie sono seguite da nuove creazioni che riportano al popolamento della terra. All'opposto, gli attualisti (o uniformitaristi), come Charles Lyell e James Hutton,

ritenevano che i processi che osserviamo oggi sono quelli che hanno lavorato in passato e plasmato la terra: perciò la storia della terra è una storia di cambiamenti graduali in cui, goccia dopo goccia, la pioggia erode la montagna. Queste due visioni opposte hanno influenzato la nascita delle teorie sull'evoluzione delle specie; in particolare gli scritti di Lyell influenzarono Darwin durante la sua formazione e ne fecero un gradualista convinto.

Darwin gradualista

Gould identifica tre livelli nel modo in cui si può essere gradualisti nell'ambito della storia della vita [3]. E Darwin li abbracciava tutti e tre. Il primo livello di gradualismo è quello che afferma la *continuità storica della materia e dell'informazione*. Esiste un legame storico e materiale tra tutti gli esseri viventi di oggi e almeno alcuni degli esseri viventi del passato, poiché originano gli uni dagli altri. Negando questo livello si rifiuta il concetto di evoluzione. Prima del dibattito innescato dalle prime teorie dell'evoluzione, su questo punto non c'era discussione, dal momento che tutti gli scienziati erano creazionisti e ritenevano che ogni specie fosse stata creata *ex nihilo*.

Il secondo livello di gradualismo afferma l'*impercettibilità dei passaggi intermedi*: nel passaggio da una forma ad un'altra bisogna attraversare una lunghissima e impercettibile serie di cambiamenti infinitesimali. Rifiutando l'assunto del secondo livello di gradualismo si rifiuta anche la selezione

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, Via F. Selmi 3 Bologna

² GAUM – Gruppo Aree Umide Minori, Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, via Monte alla Rena 41-43 Rosignano Solvay

³ Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, via F. Selmi 3 Bologna,
e-mail: marco.ricci19@unibo.it

* e-mail: alessandro.riga@gmail.com

naturale come forza creativa. Se nuove forme potessero nascere improvvisamente e senza passaggi intermedi, allora la novità evolutiva non sarebbe stata costruita dalla selezione naturale, ma da leggi interne all'organismo. A cavallo tra il XIX e XX secolo, dalla negazione di questo punto nacquero le teorie saltazioniste e macromutazioniste dei cosiddetti mendeliani (come ad esempio de Vries e Bateson).

Il terzo livello di gradualismo implica la *lentezza e continuità del tasso di cambiamento*. Il cambiamento è impercettibile non solo nel senso di impercettibilità dei passaggi intermedi, ma anche come impercettibilità del cambiamento nel tempo geologico. Inoltre, il cambiamento è la condizione abituale della natura e il suo flusso è continuo e non si interrompe mai. Negando questa concezione della natura del cambiamento, Eldredge e Gould hanno sviluppato la teoria degli equilibri intermittenti [4].

Il gradualismo filetico

Darwin aderì al gradualismo durante il viaggio sul Beagle, quando lesse l'opera di Lyell *Principles of Geology* [5]. Ne rimase profondamente colpito e da quel momento si ispirò alle dottrine di Lyell in tutti i suoi lavori successivi. Questo

debito intellettuale nei confronti del padre dell'uniformitarismo si realizzò quando Darwin prese i principi della geologia di Lyell e li riadattò alla biologia. Se infatti l'attualismo in geologia ritiene che la storia della terra sia stata plasmata da fenomeni non diversi da quelli che possiamo osservare ogni giorno, Darwin afferma che "secondo la teoria della selezione naturale tutte le specie viventi sono collegate alle specie originarie di ciascun genere, da differenze non più grandi di quelle che attualmente vediamo fra le varietà di una specie attuale" (p. 275, corsivo nostro) [1].

Questo passo, insieme alla sua adesione al "terzo livello di gradualismo" conduce quasi inevitabilmente all'elaborazione del *gradualismo filetico*. Secondo questo modello macroevolutivo, la selezione naturale lavora conservando le variazioni migliori a ogni generazione; col passare del tempo, la specie si modificherà lentamente e inesorabilmente finché, dopo numerose generazioni, si giungerà a un punto in cui non sarà più possibile riconoscere gli individui di quella generazione come appartenenti alla stessa specie della generazione di partenza. Il passaggio da una specie all'altra è *impercettibile* e avviene attraverso innumerevoli forme intermedie, senza soluzione di continuità. Inoltre il cambiamento cui va incontro la specie è continuo nel tempo (Figura 1). Anche nel caso in cui avvenga una speciazione

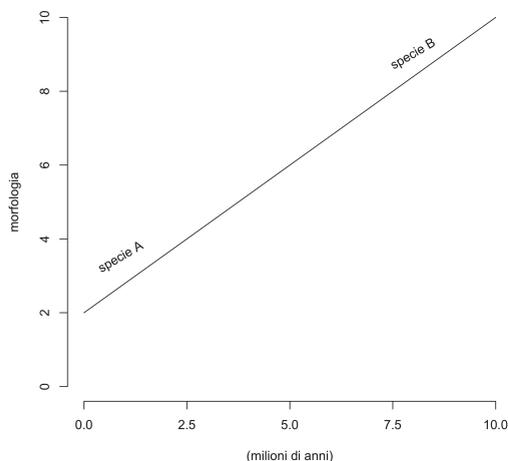


Figura 1: Speciazione su un'unica linea di discendenza (anagenesi) secondo il gradualismo filetico.

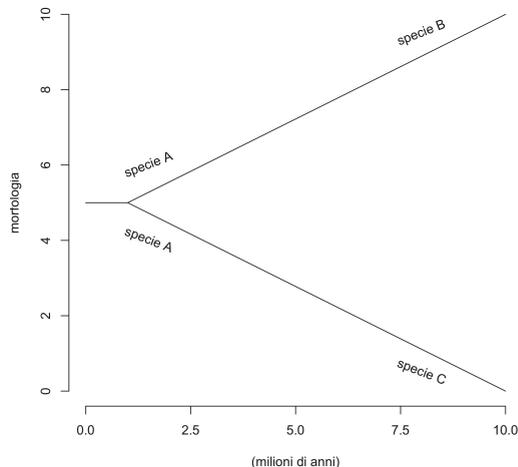


Figura 2: Speciazione per suddivisione di due linee di discendenza (cladogenesi) secondo il gradualismo filetico.

allopatrica, in cui due linee filetiche si dividono, il cambiamento è sempre percepito come lento e continuo (Figura 2).

Darwin controinduttivista

Secondo Feyerabend uno dei modi per far progredire la scienza è sostenere teorie che sono in aperto conflitto con fatti che in quel momento sono considerati validi; il filosofo austriaco chiama questo procedimento *controinduzione* [2]. Darwin se ne servì quando sostenne la teoria gradualista della selezione naturale nonostante fosse in aperta contraddizione con quello che i fossili raccontavano: il dato per i paleontologi era la costanza delle forme nel tempo e i cambiamenti improvvisi del record fossile indicavano una storia fatta di discontinuità. Hugh Falconer riassunse bene quest'obiezione in una lettera a Darwin in cui parlava di un suo nuovo saggio sugli elefanti: "Una sezione è dedicata alla immutata persistenza di caratteri specifici dei mammut. Li ho analizzati prima dell'inizio delle glaciazioni, durante e dopo di esse, e li ho trovati immutabili e immutati in apparati come il sistema digerente (i denti) e locomotorio. Ora, il periodo delle glaciazioni non fu uno scherzo: avrebbe trasformato i vostri amati piccioni e le vostre colombe in anatre e paperi" (p. 929) [3].

Darwin si rendeva conto della minaccia proveniente dai dati forniti dalla paleontologia e considerava l'assenza delle forme intermedie predette dalla selezione naturale come la minaccia più grande alla sua teoria: "perché ogni formazione geologica ed ogni strato non è rigurgitante di queste forme intermedie? Certamente la geologia non ci presenta una catena organica con una così minuziosa serie di gradazioni, e questa è forse la più evidente e la più seria obiezione che può essere mossa alla mia teoria" (p. 274) [1]. Nonostante ciò, volle sostenere a tutti i costi la sua versione gradualista. E lo fece proponendo un'ipotesi *ad hoc* all'apparenza non troppo brillante: "la spiegazione va ricercata nell'estrema imperfezione della documentazione geologica" (p. 274). In pratica, i dati provenienti dai fossili dovevano essere ignorati perché non veritieri.

Questa ipotesi *ad hoc* si rivelò essenziale per sostenere temporaneamente una teoria che era in aperto conflitto con i dati allora disponibili. Una

volta che nella prima metà del '900, rinforzato dalle nuove interpretazioni delle leggi di Mendel, il darwinismo divenne ortodossia, i paleontologi, ragionando nella cornice esplicitiva dell'evoluzione per selezione naturale, cominciarono a produrre i dati che avrebbero corroborato la teoria di Darwin.

Così il dato di una volta, la stasi delle forme fossili, diventò un'assenza di dati e i paleontologi si concentrarono sui pochi casi che testimoniavano passaggi intermedi tra le forme. Questi divennero i nuovi casi da manuale, testimonianze di come l'evoluzione avvenisse in modo graduale e continuo.

La formulazione degli equilibri intermittenti ha permesso di riconoscere che l'incompletezza del record fossile è una delle "concezioni soggettive e da lungo tempo dimenticate" di cui parla Feyerabend; un'ipotesi che nasconde nuovi dati potenzialmente utili per costruire una teoria diversa del cambiamento evolutivo nei tempi geologici.

La logica fondamentale degli equilibri intermittenti

Gli equilibri intermittenti (o punteggiati o puntuati) furono maturati a partire da una teoria della speciazione sviluppata in ambito etologico, ecologico e biogeografico: la speciazione peripatrica [4].

Questa visione della speciazione è in contrasto con la visione classica darwiniana, poiché per Darwin lo sviluppo di una nuova specie era un cambiamento lento e graduale che avveniva nell'intera popolazione e che portava alla trasformazione della totalità della specie ancestrale nella specie discendente [1].

Nella speciazione peripatrica, invece, la speciazione avviene in piccoli isolati geografici, distribuiti al limite dell'areale della specie. In queste piccole popolazioni è più facile che si instaurino meccanismi di isolamento riproduttivo e i meccanismi evolutivi, come selezione naturale e deriva genetica, agiscono con più efficacia e in tempi più brevi [6]. Eldredge e Gould non fecero altro che applicare questa teoria microevolutiva ai tempi geologici della paleontologia.

Le specie figlie compaiono rapidamente, in piccole aree geografiche alla periferia dell'areale della specie madre. Per questi motivi, osservando

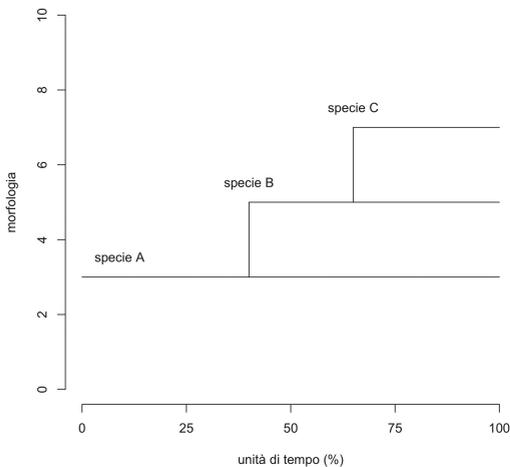


Figura 3: Speciazione per suddivisione di linee filitiche (cladogenesi) secondo gli equilibri intermittenti.

una sequenza stratigrafica, sarà impossibile trovare le serie di passaggi gradualisti che aveva previsto Darwin. Quello che si osserva nelle serie stratigrafiche è una stasi (o una sua oscillazione intorno ad una media) nella morfologia di una specie. Dopo un lungo periodo, una specie figlia originatasi al limite dell'areale sostituisce la specie madre, in seguito ad espansione o migrazione. L'immagine della storia della vita che ci offre questo modello è molto diversa da quella del gradualismo filitico: le specie nuove compaiono improvvisamente su scala geologica e si mantengono immutate per lunghi periodi (Figura 3).

Due luoghi comuni sugli equilibri intermittenti

Le persone che hanno conoscenze approfondite in ogni campo del sapere sono rare. Con la quantità di nuove discipline che si sono sviluppate nel corso degli ultimi secoli, è possibile affermare che oggi non esiste più un equivalente di Alexander von Humboldt (1769-1859), forse l'ultimo scienziato che riuscì a coprire ogni campo del sapere nella sua epoca [7]. Oggi ogni scienziato è più o meno specializzato in un campo di ricerca e in genere un naturalista non conosce la meccanica quantistica e un fisico non conosce gli insetti del suo giardino. Peggio ancora, nel campo

dell'evoluzione, un biologo molecolare spesso non conosce le informazioni provenienti dalla paleontologia e un paleontologo non conosce le scoperte della biologia molecolare. Nel nostro caso questo ha portato alla nascita di visioni sbagliate e distorte degli equilibri intermittenti tra molti biologi. I due più grandi luoghi comuni su questa teoria sono: a) che le specie si originino per salti evolutivi; b) che la stasi morfologica equivalga all'assenza di cambiamenti.

Salti

La prima delle concezioni sbagliate sugli equilibri intermittenti recita più o meno così: "secondo la teoria saltazionista degli equilibri intermittenti l'evoluzione procede a scatti e le nuove specie compaiono per salti evolutivi". Anche il padre dell'evoluzionismo Ernst Mayr casca in questo tranello e afferma che caratteristica degli equilibri intermittenti "è la produzione di nuove specie o di taxa superiori in un'unica tappa mediante un singolo individuo" (p. 565) [8].

Ma, come abbiamo visto prima, Eldredge e Gould, nei loro scritti sugli equilibri intermittenti [3, 4, 9], sostengono soltanto la comparsa improvvisa *su scala geologica*: questo significa che la speciazione avviene in migliaia o decine di migliaia di anni, attraverso innumerevoli passaggi. Il secondo livello di gradualismo, ovvero l'*impercettibilità dei passaggi intermedi*, è accettato dagli autori. Quello che è rifiutato è il terzo livello, quello che afferma la *lentezza del tasso e la sua continuità nel tempo geologico*. Il tipo di discontinuità degli equilibri intermittenti è ben diverso da quello saltazionista, poiché avviene in scale di tempo molto diverse (tempi geologici VS singole generazioni).

Questa concezione sbagliata nasce probabilmente dalla confusione riguardo al pensiero evoluzionistico di S.J. Gould. Nel 1977, infatti, pubblicò due importanti lavori: il primo era un aggiornamento degli equilibri intermittenti 5 anni dopo la presentazione al pubblico del modello [9]; il secondo, *Ontogeny and Phylogeny* era un lavoro con cui Gould riuscì ad integrare la biologia dello sviluppo nella teoria dell'evoluzione [10]. In quest'ultimo sostenne la possibilità che l'evoluzione possa procedere molto velocemente, agendo sulle vie dello sviluppo tramite un processo noto come eterocronia, che può produrre cambiamenti repentini anche nell'arco di un'unica generazione.

In questo lavoro (434 pagine nell'edizione italiana) però non compare mai un riferimento agli equilibri intermittenti e, né il lavoro del 1972 né quello del 1977 sono presenti in bibliografia. In questo libro non si afferma mai che il pattern di discontinuità osservabile nel record fossile sia dovuto al fatto che le specie si originano nell'arco di una generazione attraverso cambiamenti eterocronici. "Equilibri intermittenti" e "Ontogenesi e filogenesi" sono due teorie indipendenti che in alcuni casi possono avere punti di contatto, ma non sono necessariamente una la causa dell'altra. Secondo lo stesso Gould "la teoria (degli equilibri intermittenti) non propone una difesa delle idee saltazioniste sulla speciazione e tantomeno suggerisce processi genetici innovativi" (p. 973)[3].

Stasi

L'altro luogo comune nato da letture sbagliate dei lavori originali (o forse più probabilmente da letture corrette di lavori non originali), è che la stasi morfologica implichi una costanza del fenotipo. Quando si parla di stasi morfologica in realtà non ci si riferisce necessariamente all'assenza di qualsiasi variazione nel corso del tempo. Piuttosto si intende un'assenza di cambiamento morfologico nella direzione della morfologia della specie discendente. La morfologia della specie progenitrice può variare nel corso del tempo, ad esempio andando incontro ad oscillazioni intorno a una media.

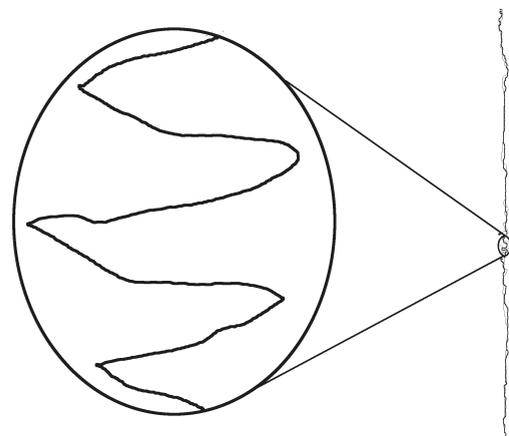


Figura 4: Forti fluttuazioni temporanee nella morfologia possono apparire come una stasi se viste ad una scala diversa.

Una popolazione può evolversi e, in seguito a pressioni selettive o altri meccanismi evolutivi, accumulare delle variazioni che tendono a distinguere la dalle altre popolazioni della stessa specie. Tuttavia queste variazioni accumulate diventeranno stabili solo se la popolazione va incontro ad una speciazione; se invece non si evolvono meccanismi di isolamento riproduttivo, i cambiamenti accumulati saranno riassorbiti dalla specie e rappresenteranno soltanto un'oscillazione temporanea. Perciò, cambiamenti locali nelle popolazioni di una specie, visti su una scala di tempo geologico, possono essere interpretate come stasi (Figura 4).

Il futuro degli equilibri intermittenti

A partire dagli anni '70, quando gli equilibri intermittenti furono proposti per la prima volta, questa teoria ha raccolto sempre più consensi: corroborato da sempre più prove empiriche (ad esempio i molluschi dei sedimenti lacustri del lago Turkana [11]), ha continuato a diffondersi, soprattutto tra i paleontologi. Alcune delle vittorie più grandi di questo modello vengono proprio dalla paleontologia, come la reinterpretazione in chiave "puntuazionista" di alcuni casi classici del gradualismo filetico, *in primis* l'evoluzione degli equidi [12]. Tuttavia gli equilibri intermittenti hanno avuto una forte influenza anche sulle discipline neontologiche (che studiano gli organismi viventi); ad esempio sono stati proposti processi genetici innovativi come spiegazione del pattern di speciazione alla base degli equilibri intermittenti. Uno di questi suggerisce che molte speciazioni avvengano tramite un innesco degli elementi trasponibili da parte dello stress ambientale [13]. Tale attivazione produrrebbe un incremento di variabilità genetica che, insieme alle nuove condizioni ambientali, può accelerare le speciazioni. Altre linee di ricerca invece hanno dimostrato come in alcuni casi, ad esempio nelle salamandre, la diversità morfologica di un clade vada di pari passo con il numero di specie [14]: questo confermerebbe una delle predizioni degli equilibri intermittenti, cioè che il cambiamento morfologico si concentri negli episodi di speciazione. Ma la conseguenza più importante degli equilibri intermittenti, almeno per Gould, è che questa teoria fornisce "l'argomentazione di base per

considerare le specie come unità individuali darwiniane a tutti gli effetti” (pp. 972-973) [3] e apre la strada alle teorie gerarchiche dell’evoluzione. Infatti, se nel gradualismo filetico il confine tra una specie e l’altra è indefinito e continuo, negli equilibri intermittenti è netto e ben individuabile; una specie nasce (in tempi relativamente brevi), ha una vita piuttosto lunga (con la stasi morfologica) in cui può generare specie figlie (attraverso la speciazione) e infine muore (con l’estinzione). Perciò, teoricamente è possibile considerare le specie come individui darwiniani a tutti gli effetti, su cui agiscono i meccanismi dell’evoluzione darwiniana come selezione naturale e deriva genetica. Quest’idea apre la strada alle teorie gerarchiche dell’evoluzione, in cui i meccanismi evolutivi agiscono a diversi livelli (gene, cellula, organismi, popolazione, specie, clade), interagendo, rafforzandosi l’un l’altro oppure entrando in conflitto. Questo è sicuramente uno degli sviluppi più interessanti degli equilibri intermittenti e avrà un’influenza notevole sulla teoria dell’evoluzione dei prossimi decenni.

Bibliografia

[1] C. Darwin, *L’origine delle specie per selezione naturale*. Newton Compton editori. Roma: 2007.

[2] P.K. Feyerabend, *Contro il metodo: abbozzo di una teoria anarchica della conoscenza*. Feltrinelli. Milano: 1979.

[3] S.J. Gould, *La struttura della teoria dell’evoluzione*. Codice edizioni. Torino: 2003.

[4] N. Eldredge, S.J. Gould, *Punctuated Equilibria: an alternative to phyletic gradualism*. In *Models in Paleobiology*. Freeman, Cooper & Co. San Francisco. 1972.

[5] C. Lyell, *Principles of Geology*. John Murray. London: 1830-1833.

[6] E. Mayr, *L’evoluzione delle specie animali*. Einaudi. Torino: 1970.

[7] F. Foerster, *Alexander von Humboldt: schizzo biografico “dal vivo”*. Il Prato Casa Editrice. Saonara (PD): 2009.

[8] E. Mayr, *Storia del pensiero biologico*. Bollati Boringhieri editore. Torino: 1982.

[9] S.J. Gould, N. Eldredge. *Nature* 1977, 366: 223.

[10] S.J. Gould, *Ontogenesi e filogenesi*. Mimesis edizioni. Milano-Udine: 2013.

[11] P.G. Williamson. *Nature* 1981, 293: 437.

[12] D.R. Prothero, N. Shubin, *The evolution of Oligocene horses*. In *The evolution of Perissodactyls*. Oxford University Press. Oxford: 1989.

[13] D.W. Zeh, J.A. Zeh, Y. Ishida, *Bioessays* 2009, 31: 715.

[14] D.L. Rabosky, D.C. Adams, *Evolution* 2012, 66: 1807.

Peculiarità e problematiche della pesca artigianale in Toscana

Roberto Silvestri*¹, Mario Sbrana¹, Paolo Sartor¹, Stefano De Ranieri¹

Parole chiave: pesca artigianale, fascia costiera, gestione risorse

La pesca artigianale, o piccola pesca, ha un ruolo determinante presso le comunità locali per le sue implicazioni di carattere sociale, economico, biologico ed ambientale; essa può essere ritenuta un'attività all'avanguardia sia sul criterio della sostenibilità, che su quello ecologico ed economico: costo minore degli attrezzi, ridotte catture di specie accessorie e di specie scartate, maggiori rendimenti per unità di combustibile. Quest'attività è inoltre importante per l'occupazione, la sicurezza alimentare e la cultura delle comunità litoranee. In Toscana la pesca artigianale è molto diffusa. È costituita da una pluralità di sistemi di cattura le cui caratteristiche sono sovente correlate strettamente agli aspetti morfologici ed ecologici delle aree in cui si svolgono queste attività. Gli attrezzi normalmente usati dai pescatori artigianali toscani hanno la caratteristica comune di essere selettivi e poco impattanti sulla fascia marina costiera. Nelle Aree Marine Protette della Regione la pesca artigianale è l'unica attività di prelievo ittico professionale autorizzato. I pescatori della piccola pesca svolgono anche il pescaturismo e l'ittiturismo, attività che permettono una fonte alternativa di reddito e consentono contemporaneamente una diminuzione dello sforzo di prelievo. Anche in Toscana il settore della piccola pesca sta attraversando un periodo di crisi: alla diminuzione di catture si sommano gli aumenti dei costi (es. carburante) e la mancanza di una razionale ed efficiente organizzazione della filiera, che penalizza in particolar modo i produttori primari. Inoltre, tra la pesca a strascico e quella artigianale spesso si creano conflitti importanti, in quanto talvolta le due attività si trovano a operare nella stessa area costiera per la cattura mirata alle stesse specie ittiche. Un'altra problematica toscana è costituita da fenomeni di concorrenza sleale da parte di pescatori pseudo-professionisti artigianali "fantasma", che non regolarizzano la propria attività professionale e che quindi rientrano nella categoria dei pescatori dilettanti. Questo svolgimento illegale di attività di pesca pseudo-professionale, che spesso esercita un prelievo rilevante, sebbene sottovalutato, crea notevoli conflitti. Mediante la sperimentazione ed il monitoraggio, la ricerca scientifica gioca un ruolo importante nel miglioramento della selettività degli attrezzi della pesca artigianale e nella diminuzione del loro impatto su di un ambiente così sensibile come quello costiero.

Introduzione

La pesca artigianale, l'attività di prelievo delle risorse ittiche più diffusa sul territorio nazionale e sulle sponde mediterranee, in questi ultimi anni ha assunto sempre maggiore importanza sia a livello comunitario (UE), sia in ambito di "aree comuni a più Stati" nel Nord Europa ed in Mediterraneo (Progetti FAO Copemed ed Adriamed).

L'attività di prelievo ittico professionale su scala artigianale impiega 50 dei 51 milioni di addetti della pesca in tutto il mondo, praticamente la totalità di quelli che provengono dai paesi in via di sviluppo [1]. Circa la metà delle risorse ittiche marine mondiali destinate all'alimentazione umana, che sono stimate in oltre 100 milioni di tonnellate, sono prodotte dalla pesca artigianale, che fornisce la maggior parte del prodotto consumato nei paesi emergenti [1].

La pesca artigianale ha un ruolo determinante presso molte comunità locali, specialmente nei paesi in via di sviluppo, per le sue implicazioni di carattere sociale, economico ed ambientale. Anche la FAO, che definisce il mestiere del pescatore artigianale come quello più pericoloso al mondo per frequenza di incidenti [2], conferma la grande importanza di questa attività per l'occupazione, per lo sfruttamento sostenibile delle risorse e per la cultura delle comunità litoranee. L'interesse per questo settore è in grande crescita, non solo per acquisire informazioni di tipo socio-economico, ma anche per valutare l'impatto di questa attività di pesca sulle risorse, sino a poco tempo fa ritenuto marginale, e per individuare appropriate misure gestionali.

La pesca artigianale, definita in Italia come l'attività esercitata da imbarcazioni di lunghezza fuori tutto inferiori a 12 m, e, comunque, di stazza inferiore a 10 TSL, dotate di attrezzi passivi che non utilizzino il motore trainante nell'azione di cattura (DM 14/09/1999), è certamente l'attività di prelievo ittico che più si conforma alle raccomandazioni del "Codice di Condotta per una Pesca Responsabile" [3]. La piccola pesca può essere infatti ritenuta un'attività all'avanguardia sia sul criterio della sostenibilità, che su quello sociale, ecologico ed economico; basti pensare che un attrezzo da pesca artigianale ha un costo medio mille volte inferiore a quello di un attrezzo della pesca industriale, che il rapporto di impiego di addetti è di 50/1 a favore della prelievo artigianale, che lo scarto proveniente dalle catture inutilizzate risulta più di 20 volte inferiore a quello prodotto dalla pesca industriale e semi-industriale, che il prodotto ittico destinato all'industria della trasformazione in olio e mangimi supera i 20 milioni di tonnellate annuali per la pesca industriale, mentre è praticamente inesistente per quella artigianale; infine i consumi di carburante della pesca industriale sono circa 15 volte superiori a quelli della pesca artigianale; al contrario, la cattura per unità di combustibile nella piccola pesca risulta 10 volte più abbondante [1].

Dati sperimentali

La pesca artigianale è molto diffusa lungo le coste toscane ed è esercitata da 463 imbarcazioni (Tabella.1). È costituita da una pluralità di sistemi

Tabella 1: Composizione e caratteristiche della flotta da pesca in Toscana, anno 2010 (fonte Irepa).

Sistema di pesca	Totali			Medie	
	Num.	GT	kW	GT	kW
Strascico	126	3733	21511	29,6	170,7
Circauzione	20	1084	5367	54,2	268,3
Piccola Pesca	463	953	15169	2,1	32,8
Polivalenti passivi	19	224	2333	11,8	122,8
Totale	628	5994	44380	9,5	70,7

di prelievo, le cui caratteristiche sono sovente correlate strettamente agli aspetti morfologici ed ecologici delle aree in cui si svolgono queste attività. Nelle Aree Marine Protette e nelle Zone di Tutela Biologica toscane la piccola pesca è l'unica attività di prelievo ittico professionale consentita. Anche le attività di pescaturismo e di ittiturismo, pensate per migliorare e rivitalizzare il settore della pesca artigianale, possono permettere ai pescatori toscani una fonte alternativa di reddito, che consente contemporaneamente una riduzione dello sforzo di pesca.

Tra tutti gli attrezzi artigianali utilizzati nei porti toscani, prevalentemente entro le tre miglia marine, raramente oltre le sei miglia, le reti da posta



Figura 1: Rete da posta a tramaglio mentre viene salpato.

gli autori

¹ Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata (CIBM), Viale Nazario Sauro 4, 57128 Livorno

* e-mail: r.silvestri@cibm.it

Tabella 2: Dati di cattura e ricavi della pesca in Toscana (fonte Irepa).

	Catture totali (tonnellate)						
Sistema di pesca	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Strascico	3500	3423	3832	3274	2662	2864	2903
Circuizione	4385	3828	6098	5488	2500	6505	6334
Piccola Pesca	1190	1113	994	1165	848	1115	1114
Polivalenti passivi	290	143	175	243	184	219	278
Totale	9365	8507	11099	10170	6194	10703	10629
	Ricavi totali (milioni di euro)						
Sistema di pesca	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Strascico	23,55	24,70	28,91	26,84	22,53	24,44	23,28
Circuizione	4,15	5,31	7,69	4,47	2,76	5,92	6,27
Piccola Pesca	11,79	11,80	10,91	13,29	10,15	14,40	12,55
Polivalenti passivi	3,26	1,56	1,97	2,41	1,93	2,14	2,75
Totale	42,75	43,37	49,48	47,01	37,37	46,90	44,85

Tabella 3: Dati di cattura della pesca in Toscana suddivisi per tipologia di attrezzo (fonte Irepa).

	Catture annue per battello (tonn.)				Catture giornaliere per battello (kg)			
	Strascico	Circuizione	Piccola Pesca	Polivalenti passivi	Strascico	Circuizione	Piccola Pesca	Polivalenti passivi
2004	26,7	257,9	2,6	6,5	156,9	2105,3	20,7	38,8
2005	26,1	212,7	2,3	5,5	150,7	1732,8	19,7	30,1
2006	29,0	320,9	2,1	7,0	166,8	2580,4	23,7	38,5
2007	23,1	322,8	2,5	11,0	147,9	2828,1	26,4	71,7
2008	20,0	145,6	1,8	8,9	143,7	1922,2	28,1	64,4
2009	22,2	358,1	2,4	10,8	146,6	2581,8	26,8	69,4
2010	23,0	314,6	2,4	13,5	155,2	2589,0	29,0	89,4
	PLV annua per battello (migliaia di euro)				PLV giornaliera per battello (euro)			
	Strascico	Circuizione	Piccola Pesca	Polivalenti passivi	Strascico	Circuizione	Piccola Pesca	Polivalenti passivi
2004	179,8	244,4	25,9	60,3	1055,4	1994,4	204,6	357,4
2005	188,6	295,2	24,2	60,1	1087,7	2405,1	209,0	329,7
2006	219,0	404,5	23,6	78,7	1258,8	3251,9	260,7	432,3
2007	189,0	263,1	28,7	109,7	1211,7	2304,9	301,0	711,8
2008	169,3	160,6	22,0	92,9	1216,5	2119,4	336,5	675,8
2009	189,6	325,9	31,2	105,8	1251,3	2349,4	345,5	678,8
2010	184,6	311,3	27,0	133,1	1244,5	2561,7	326,4	884,2

ed in particolare il tramaglio sono sicuramente quelli impiegati da tutte le marinerie. Il catturato complessivo annuale della piccola pesca toscana si aggira intorno alle 1000 tonnellate (Tabella 2), ovvero circa 20 kg per imbarcazione al giorno con un incasso mediamente di 300 € per imbarcazione al giorno (Tabella 3).

Risultati

L'area di pesca per il tramaglio (Figura 1) comprende praticamente il tratto di mare che si estende dalla linea di costa fino alle batimetriche dei 30-50 m, raggiungendo alcune volte profondità maggiori. Le zone più visitate dalle singole flottiglie sono comunque quelle più vicine al porto base.

La rete da posta ad imbrocco è spesso utilizzata nella parte settentrionale della Toscana, in aree che quasi si sovrappongono a quelle sfruttate con il tramaglio anche se a profondità superiori, anche oltre i 60 mt. Nella zona meridionale, invece, le reti a imbrocco utilizzate per la cattura di pesce bianco si sovrappongono agli areali con il tramaglio, mentre si osservano differenti aree di pesca nel caso in cui la specie bersaglio della rete sia costituita dagli adulti del nasello. In questo caso, infatti, la pesca è praticata in aree molto distanti dalla costa e a profondità variabili tra i 100 ed oltre i 400 m. Infine la rete da posta tipo "tramaglino", simile per caratteristiche al tramaglio, ma con dimensioni della maglia stirata del panno interno inferiori (42/45 mm.). La flotta toscana lo impiega in zone costiere ampie, sempre però in vicinanza ai porti base e su fondali che in genere



Figura 2: Triglia di scoglio con tramaglio.



Figura 3: Palamito per pesce spada.

non superano i 40 m di profondità. Da segnalare l'utilizzo del tramaglino da parte della marineria livornese nel periodo primaverile-estivo per la cattura delle triglie, in particolare quella rossa o di scoglio (Figura 2), soprattutto nella zona delle Secche della Meloria fino alle Secche di Vada.

Infine alcune imbarcazioni della piccola pesca toscana utilizzano, su base stagionale, nasse o trappole per la cattura di specie quali, ad esempio, aragosta all'Elba, seppia e polpo comune nei tratti di mare antistanti i porti di Marina di Carrara, Viareggio e Vada.

Per quanto riguarda l'Isola di Capraia, le attività di pesca professionale sono quelle che possono essere esercitate nelle acque costiere nell'ambito delle disposizioni vigenti e previa autorizzazione da parte dell'Ente Parco. In generale l'attività della flotta capraiese viene svolta al largo e raramente in prossimità delle coste dell'isola, con specie bersaglio come razze, capponi e gallinelle per il tramaglio, pescespada e tonno alalunga per il palamito derivante (Figura 3), dentici, pagelli ed occhioni per il palamito di profondità.

All'Isola d'Elba la flottiglia di pesca, costituita quasi esclusivamente da imbarcazioni artigianali, usa prevalentemente reti da posta sia sottocosta sia oltre le tre miglia. A Marina di Campo, nel periodo compreso tra inizio inverno e fine primavera, diverse imbarcazioni sono armate con reti a imbocco rivolte alla cattura di esemplari di grandi taglie di nasello, soprattutto nel tratto di mare compreso tra lo Scoglio d'Africa, l'Isola di Pianosa e l'Isola di Montecristo e, a nord di Pianosa, su fondali del largo di profondità compresa tra 100

ed oltre 400 m. Nel restante periodo le stesse imbarcazioni usano il palangaro derivante per la pesca del pescespada, spingendosi oltre le 20 miglia dalla costa per battute di pesca anche di 3-4 giorni. Reti da posta caratteristiche della flotta elbana sono la palamitara (imbocco) e la margheritara (tramaglio con maglia stirata del panno interno di 25 cm).

Nei mesi invernali il rossetto, un gobide di piccola taglia, rappresenta un'importante risorsa per molte imbarcazioni toscane della pesca artigianale. Una volta individuato il banco, sempre vicino alla costa, la cattura viene effettuata con la "sciabica" a maglia fine, rete che è recuperata usando un salparete; le imbarcazioni che utilizzano questo attrezzo sono presenti solo nel compartimento marittimo di Livorno. Fino a qualche anno fa a Viareggio veniva anche usata una rete a strascico con coprisacchi sovrapposti di maglia fitta, diventata illegale alla luce dei nuovi regolamenti comunitari. Considerata una pesca "speciale" in relazione alle modalità di pesca, alle caratteristiche della rete, all'intervallo batimetrico sfruttato, la pesca del rossetto con sciabica è attualmente praticata nell'ambito di uno specifico piano di gestione, per l'applicazione di alcune regole ai regolamenti comunitari, che è stato approvato nel 2011 per tutta la GSA9 (Toscana e Liguria). Il piano di gestione consente attualmente la pesca a circa 50 imbarcazioni in Toscana, definisce un livello massimo di catture e un numero massimo di licenze, con l'obiettivo di garantire uno sfruttamento che risulti biologicamente ed economicamente sostenibile.

Conclusioni

Per ottenere la licenza di pescatore professionista di pesca artigianale è sufficiente una prova di nuoto e di voga; non è richiesta alcuna nozione del mestiere, né di legislazione e neppure di sicurezza, tantomeno di pesca responsabile; il pescatore spesso apprende le regole e cerca di rispettarle solo per il timore di incorrere in sanzioni da parte degli organi di vigilanza in mare. Pertanto sarebbe necessaria ed urgente una riqualificazione di questo settore, che preveda l'istituzione di corsi obbligatori di prevenzione degli infortuni e di sicurezza del lavoro, corsi di igiene, sicurezza e tracciabilità del prodotto, corsi di aggiornamento legislativo e di gestione e sfruttamento sostenibile delle risorse. I pescatori artigianali operano spesso da soli in mare con la loro barca e con i loro attrezzi; le loro azioni sono pensate e vissute in funzione di loro stessi e di una loro visione soggettiva del lavoro e dell'ambiente; può accadere che il vicino di barca che ricava di più con la sua pesca "poco responsabile" probabilmente condizioni le loro scelte.

Per una vera riqualificazione del settore, comunque, la strada da percorrere, come del resto accade già in alcuni paesi che si affacciano sul Mediterraneo, è l'istituzione di corsi di formazione completa ed obbligatoria, senza la quale il tesserino di pescatore professionista non possa essere rilasciato.

Anche in Toscana la pesca semi-industriale è stata sistematicamente favorita spesso a scapito sia dei pescatori artigianali, che delle risorse ittiche da cui dipendono, creando conflitti importanti tra i due settori. Contemporaneamente, molti degli ecosistemi in cui la pesca artigianale opera, stanno mostrando evidenti segni di sofferenza come conseguenza della degradazione degli habitat e dello sfruttamento eccessivo delle risorse indotto dalle diverse attività di prelievo ittico; alla diminuzione delle catture si sommano gli aumenti dei costi (es. carburante) e la mancanza di una razionale ed efficiente organizzazione della filiera che penalizza i produttori primari.

Un'altra problematica toscana è costituita da fenomeni di concorrenza sleale da parte dei pescatori professionisti artigianali "fantasma" che, pur utilizzando sistemi di pesca e canali di commercializzazione del pescato tradizionali, non regolarizzano la propria attività professionale, quindi

sono considerati pescatori dilettanti. Questi pseudo-professionisti commettono illeciti fiscali, sanitari e contributivi, non debbono fare i conti con quantità di risorse disponibili sempre più esigue, con la sostenibilità economica ed il bilancio della loro attività, per coprire una serie di spese spesso in crescita (oneri fiscali, carburante, salario di eventuali dipendenti, attrezzi, manutenzione della barca, ecc). Questo svolgimento illegale di attività di pesca pseudo-professionale, spesso molto rilevante, sebbene sottovalutato, crea notevoli conflitti.

Diversamente da altri mestieri del settore, la pesca artigianale è stata sino ad ora relativamente meno documentata e studiata, a causa di una certa difficoltà di monitoraggio dovuta alla estrema diffusione e capillarizzazione dei punti di sbarco, allo svolgimento spesso irregolare e stagionale delle attività, e alle modalità di commercializzazione del prodotto, spesso orientate verso la vendita diretta e verso i mercati locali. A questo si associa la mancanza di elementi per una valutazione del reale sforzo di pesca e dell'impatto del prelievo sulle risorse biologiche di habitat sensibili come quello costiero. La ricerca scientifica, che gioca un ruolo importante nel miglioramento della selettività degli attrezzi della piccola pesca e nella diminuzione del loro impatto sull'ambiente, dovrebbe avere il compito di contribuire a colmare queste carenze. Ricerche attualmente in corso stanno sperimentando nuovi ami a forma circolare, i cosiddetti round hooks [4], per ridurre il by-catch di tartarughe e di pesci di piccola taglia da parte dei palangari pelagici; inoltre sono attualmente in fase di sperimentazione ami in materiale biodegradabile e nasse e trappole costruite con materiale di origine vegetale, che minimizzino l'effetto del "ghost fishing". Tra le altre varie indagini, recenti ricerche hanno sperimentato accorgimenti tecnici mirati alla riduzione della cattura indesiderata di invertebrati bentonici nelle reti da posta e l'effetto di differenti colorazioni dei tramegli sulla composizione delle catture e sui rendimenti da pesca di questi attrezzi [5] [6].

La pesca artigianale è caratterizzata dall'alta selettività specie-specifica che può consentire ai pescatori di gestire con consapevolezza e responsabilità le risorse; a ciò si aggiunge un buon indice di redditività dovuto alla bassa capitalizzazione e, quindi, alla relativa incidenza

degli ammortamenti ed a un consumo limitato di carburante.

Lo sviluppo ed il rilancio di antichi mestieri non invasivi per l'ambiente risulta fondamentale per gestire le risorse ittiche, rinnovabili ma non infinite.

Bibliografia

[1] Berkes F., Mahon R., McConney P., Pollnac R., and Pomeroy R., *Managing Small-scale Fisheries*. International Development Research Centre. 2001, 260 pp.

[2] FAO. *Committee On Fisheries 2005/5, Supporting Small-scale Fisheries through an enabling environment*. FAO, Rome: 2005, 10 pp.

[3] FAO. *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. FAO, Rome: 1995, 43 pp.

[4] Santana H., Valdez Flores J. *Selectividad y Eficiencia del Palangre de deriva con tres tipos de anzuelo y dos tipos de carnada en la Pesca del Tiburon*. Sagarpa, Instituto Nacional de la Pesca, Mexico: 2006, 1-14 pp.

[5] Sartor P., Silvestri R., Voliani A., Rossetti I., Bulgheri G. *Sperimentazione di accorgimenti tecnici per la riduzione dello scarto nella pesca con reti da posta lungo il litorale livornese*. *Biol. Mar. Mediterr.* 2007, 14 (2): 360-361.

[6] Silvestri R., Sartor P., Baino R., Sbrana M., Ria M., Francesconi B. *Effetti di differenti colorazioni delle reti da posta sulla composizione delle catture e sui rendimenti da pesca lungo il litorale livornese*. *Biol. Mar. Mediterr.* 2007, 14 (2): 364-365.

I Minerali del Torrente Ugione

Franco Sammartino^{1*}

Parole chiave: Minerali, Valle dell'Ugione, Monti Livornesi

La Valle del Torrente Ugione è nota per vari aspetti naturalistici in particolare botanici, per le splendide cascate dell'Infernaccio, ma anche per la presenza di antichi mulini, ghiacciaie e dell'Eremo della Sambuca. L'interesse degli studiosi di mineralogia e dei collezionisti si è sempre rivolto alle mineralizzazioni delle cave dismesse che si aprono sui versanti nord e sud del sovrastante Poggio Corbolone. Un'indagine mineralogica di tutta la vallata, fino ad oggi non era mai stata presa in considerazione. Le ricerche si sono rivelate difficoltose a causa della fitta vegetazione e dell'asperità di alcuni versanti, inoltre le rocce affioranti all'interno della macchia mediterranea sono spesso ricoperte da muschi e licheni. Relativamente più facile la ricerca sui corsi d'acqua. In questo lavoro vengono riportati i risultati delle ricerche sistematiche, protrattesi per tre anni (2010-13), svolte allo scopo di individuare le mineralizzazioni presenti nella Valle del Torrente Ugione con esclusione, appunto, delle cave di Poggio Corbolone, già indagate in passato. Le specie mineralogiche accertate sono oltre 40. Fra queste la datolite, il clinocloro, la clinoptilolite-heulandite, l'idromagnesite, vengono segnalate per la prima volta per i Monti Livornesi. Poi la reevesite e l'anatasio, nuove per quest'area. Interessanti anche l'opale, i granati e l'epidoto. Di quest'ultimo, quelli della Valle del Torrente Ugione risultano i più bei campioni mai trovati sui Monti Livornesi. Eccezionale per questo territorio il ritrovamento di granati andradite di dimensioni superiori ai 6 millimetri. Degni di nota anche il "serpentino", giallo trasparente e il quarzo rosso. Da citare anche la steatite di colore nero che in questa colorazione viene qui segnalata per la prima volta per i Monti Livornesi. Altri campioni sono ancora in fase di studio in quanto necessitano di ulteriori analisi per conferma della specie (offretite-erionite, sepiolite, actinolite ecc).

Introduzione

L'aspetto mineralogico di tutta la Valle del Torrente Ugione, fino ad oggi non era mai stato preso in considerazione. Molto probabilmente la presenza delle cave che si aprono sui versanti nord e sud del Poggio Corbolone, da tempo abbandonate, ha attirato da sempre l'attenzione degli studiosi di mineralogia. D'altra parte è assai più facile cercare in una cava, anche per un rapporto tempo/risultati, che non lungo il corso di un torrente, spesso accidentato o sui versanti della vallata ricoperti da fitta vegetazione. Vengono quindi riportati i risultati delle ricerche sistematiche protrattesi per tre anni dal 2010 al 2013, svolte allo scopo di individuare le mineralizzazioni presenti lungo la valle del Torrente Ugione

con esclusione, appunto, delle sovrastanti cave di Poggio Corbolone, già ampiamente studiate [1, 2, 3, 4]. Fra i minerali più interessanti, sono da citare la datolite, la clinoptilolite, il clinocloro (prime segnalazioni per i Monti Livornesi) e l'idromagnesite. Ma il più interessante è un minerale con cristalli a contorno esagonale che i dati preliminari ottenuti dalle prime analisi identificherebbero come una zeolite, offretite o erionite. Poi la millerite la reevesite e l'anatasio, nuove per quest'area.

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale del Mediterraneo
Via Roma, 234, 57127 Livorno

* e-mail: fsammartino@alice.it

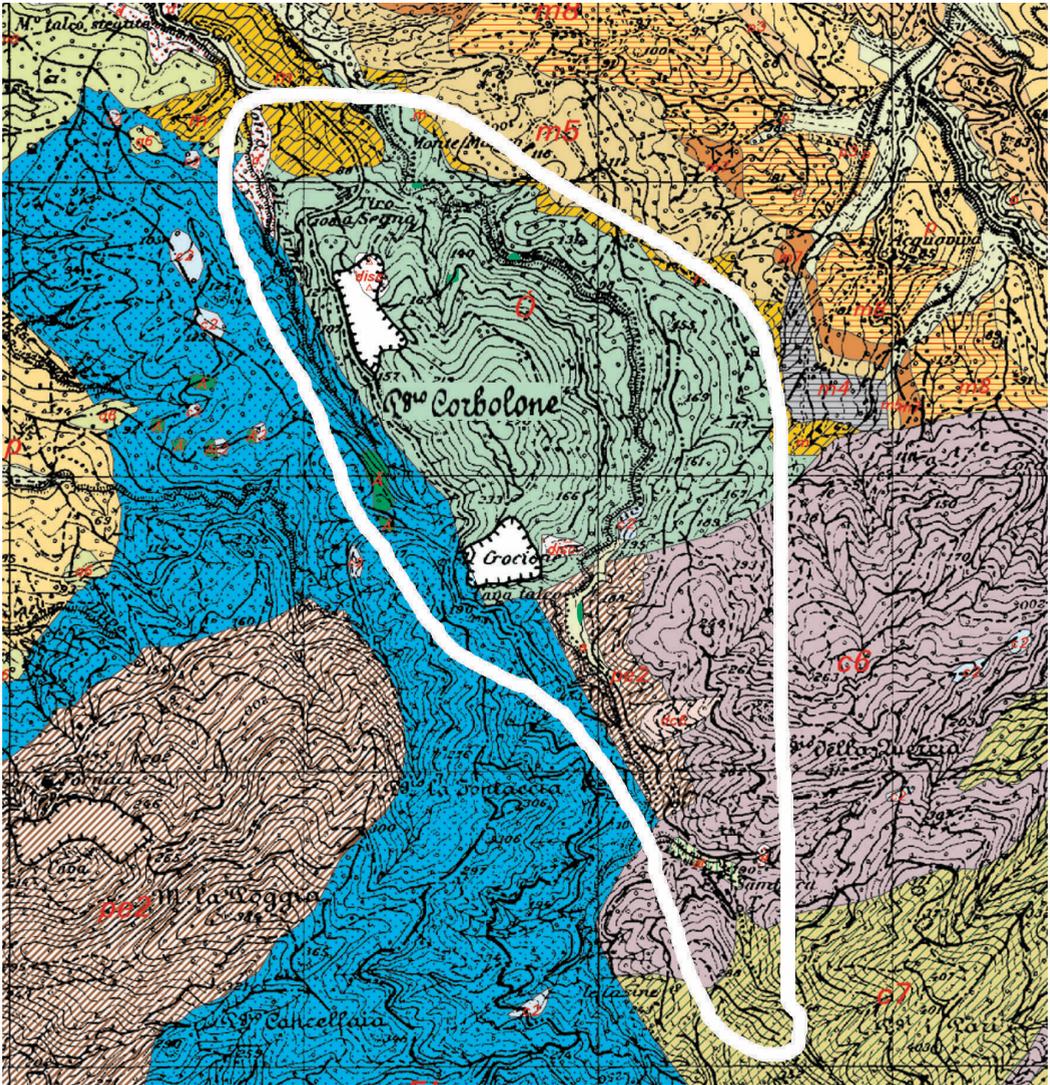


Figura 1: La Valle del Torrente Ugione con la delimitazione dell'area investigata.

Dal punto di vista estetico si segnalano l'opale e l'epidoto, il serpentino, giallo traslucido e il quarzo rosso nella serpentinite. Non per ultima la steatite di colore nero. In questa colorazione viene qui segnalata per la prima volta sui Monti Livornesi in filoncetti nella matrice calcitica. In precedenza era conosciuta solamente sotto forma di ciottolotti erratici in depositi alluvionali. In questo lavoro non vengono prese in considerazione le

mineralizzazioni presenti nel legno fossile individuato nella zona, oggetto di altro studio.

Materiali e metodi

Le ricerche nella Valle del Torrente Ugione si sono rivelate difficoltose a causa della fitta vegetazione e dell'asperità di alcuni versanti. Inoltre

le rocce affioranti all'interno della macchia mediterranea sono spesso ricoperte da muschi e licheni. Più facile la ricerca sui corsi d'acqua. Al contrario di quanto si possa immaginare, il momento migliore per ispezionarne il greto dei torrenti, non sempre si è rivelato quello dei periodi di maggiore siccità, ma il periodo invernale-primaverile. In effetti le rocce ed i ciottoli che per gran parte dell'anno sono sommersi o semi-sommersi sul letto del torrente e dei ruscelli, quando la portata diminuisce ed affiorano le alghe, queste in essiccamento, si adagiano sulle superfici e ne rendono difficile l'osservazione più di quanto non lo sia con l'acqua che scorre. Fatta eccezione per alcuni campioni, per i quali sono state necessarie analisi diffrattometriche di polveri ai raggi X (XRPD), per altri è stato possibile effettuare solo analisi semiquantitative in modalità EDS. La maggior parte dei minerali è stata identificata per mezzo di analisi chimiche e morfologiche e con utilizzo di lenti di ingrandimento e stereo microscopio binoculare. Per alcuni minerali le analisi effettuate non sono state sufficienti a determinare con sicurezza la specie, per cui necessitano di ulteriori analisi per la conferma. I minerali sono elencati secondo la classificazione proposta da H. Strunz [5].

Area di studio

La Valle del Torrente Ugione, che occupa un territorio compreso fra i comuni di Livorno e Collesalveti, è interessata da una copertura boschiva fra le più belle ed interessanti dei Monti Livornesi. Gran parte di essa si trova entro il Parco delle Colline Livornesi. L'area di interesse mineralogico presa in esame in questo lavoro è limitata ai primi 6 km del corso del Torrente Ugione e dei ruscelli che vi si immettono, dalle sorgenti, nei pressi di Poggio Vaccaie, al M.^o talco steatite, presso la SP 206, quando ormai il torrente inizia a scorrere nei terreni alluvionali. L'area di studio è interessata per oltre il 70% da ofioliti, essenzialmente lherzoliti serpentinite con intrusioni di gabbri e, in misura ridotta, metagabbri, idrotermaliti e oficalci. Nella parte alta della valle si trovano formazioni sedimentarie del Cretaceo superiore composte da calcari, argilliti e arenarie, interrotte dagli affioramenti delle ofioliti gravitanti intorno al Poggio Corbolone (serpentiniti,

gabbri e oficalci) a loro volta sormontate ad est e a nord dalle sequenze sedimentarie del Miocene superiore. Ad ovest ancora sedimenti del Cretaceo dai quali affiorano in vari punti grandi blocchi di rocce verdi fortemente trasformate da fluidi idrotermali. Queste idrotermaliti, anche se in misura minore, affiorano anche ad est del Poggio Corbolone [6] dove si trova anche un modestissimo affioramento di breccia basaltica.

I minerali

Millerite NiS – La millerite, anche se in pochi esemplari, si trova in tutti gli affioramenti di idrotermaliti della vallata. I cristalli aghiformi di 2-3 mm, colore giallo ottone, sono spesso inclusi in matrice calcitica. Per metterli in evidenza occorre dissolvere il carbonato con Hcl (fig. 2.1).

Pirite FeS₂ – Questo solfuro si trova, in modeste quantità, sia nelle rocce sedimentarie che nelle ofioliti. I cristalli sono sempre molto piccoli, cubici e ossidati. Nelle argilliti sono stati raccolti alcuni agglomerati di cristalli di colore giallo ottone con il lato di 10 mm (fig. 2.2).

Marcasite FeS₂ – Si trova nelle argilliti e nei calcari sotto forma di noduli globulari di 3-4 mm di diametro, sempre alterati.

Quarzo SiO₂ – Il quarzo, piuttosto raro nelle serpentinite dei Monti Livornesi, si trova abbastanza frequentemente in quelle della Valle dell'Ugione, sia in cavità amigdalari, in filoncelli ed in fratture. Per la maggior parte dei casi i cristalli sono molto brillanti, con abito prismatico incolore, di lunghezza sempre inferiore ai 3-4 mm. Nei filoncelli e nelle cavità si hanno druse di cristalli con accrescimento uniforme, mentre nelle fratture si possono trovare anche cristalli isolati e adagiati lungo l'asse maggiore. Questi ultimi mostrano in alcuni casi un bel colore rosso, in altri, bianco, incolori "ghiacciati" (fig. 2.3-4). Nelle idrotermaliti si trovano i cristalli più grandi, anche di 15 mm, opachi e spesso con inclusioni che fanno assumere un colore grigio verdastro raramente celesti (fig. 2.5). Sempre nelle serpentinite si possono osservare filoncelli di 1-2 mm, ad andamento sinusoidale, di *calcedonio* di colore biancastro, rosato o celeste molto tenue.

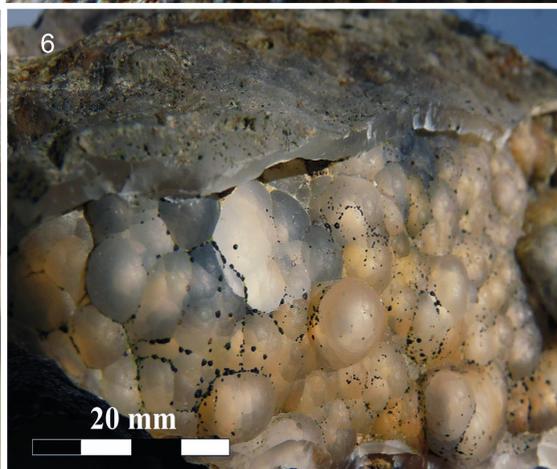
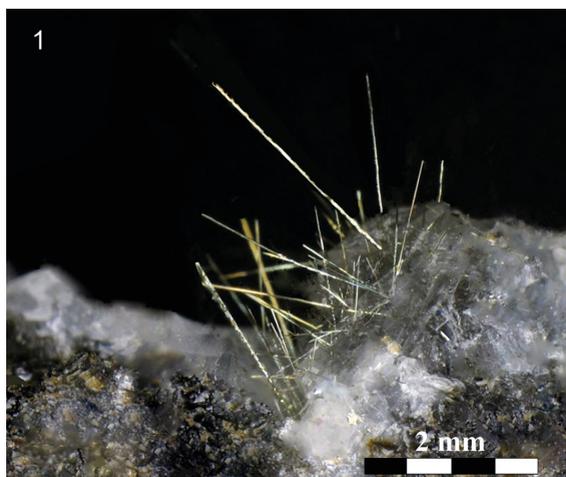


Figura 2: 1) millerite, 2) pirite, 3-5) quarzo, 6) opale. (foto Sammartino)



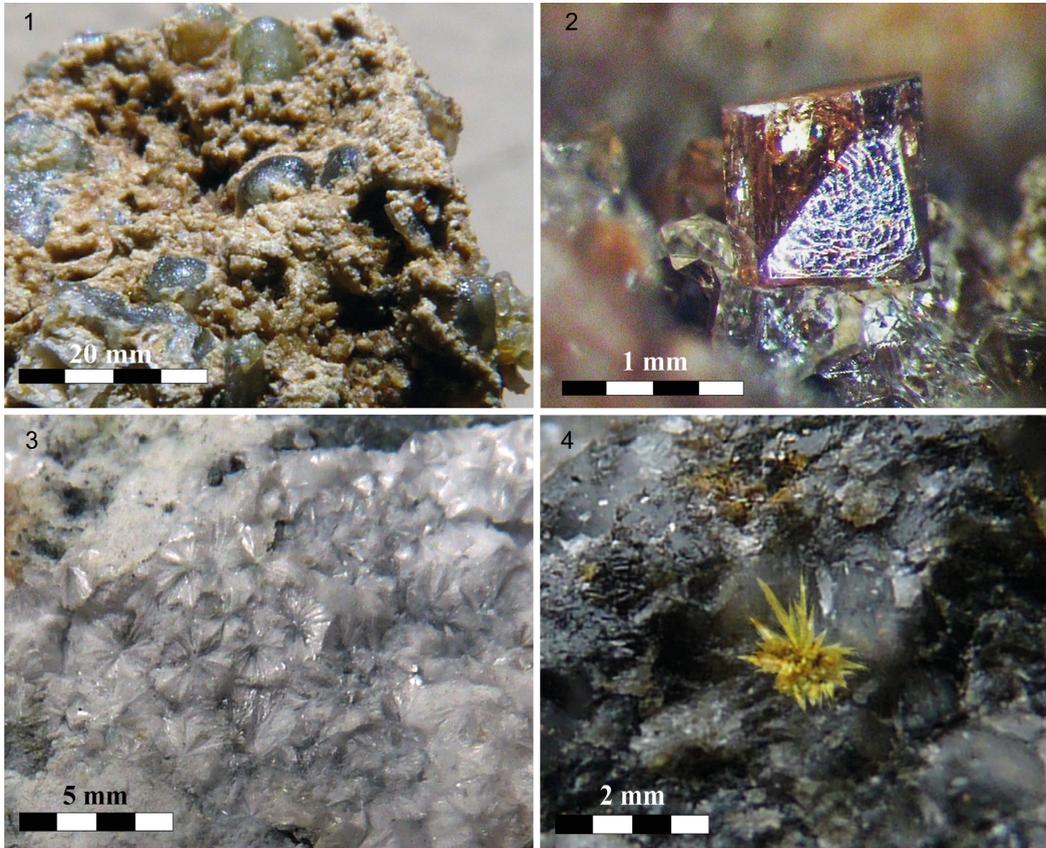


Figura 3: 1) opale in globuli, 2) anatasio, 3) idromagnesite, 4) reevesite? (foto Sammartino)

Opale $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – Bellissimi campioni, anche di 10-15 cm, di opale mammellonare incolore sono stati trovati in sottili vene nelle serpentiniti alterate nella parte a nord dell'area indagata. Queste croste di silice idrata, data la notevole trasparenza, possono assumere particolari colorazioni dovute alla roccia incassante (fig. 2.6). Molto particolare è l'opale in sferule isolate (fig. 3.1).

Anatasio TiO_2 – Questo minerale, piuttosto comune sui Monti Livornesi, è stato trovato recentemente anche nella parte nord di questi rilievi [7]. Pochi cristalli di abito piramidale di colore verde chiaro o leggermente ambrati di dimensioni intorno ad 1 mm, sono stati osservati in un affioramento di idrotermaliti incassate nelle argilliti nell'alta Valle dell'Ugione. I cristalli sono appoggiati su quarzo bipiramidale biancastro (fig. 3.2).

Manganese (ossidi di) MnO_2 – Masserelle nerastre con patina superficiale "violacea" sono state trovate nelle cavità di alcuni massi erratici con filoni rodingitici. Le analisi, ancora in corso, hanno evidenziato la presenza di Ni.

Goethite $\text{FeO}(\text{OH})$ – Questo idrossido di ferro si trova in piccole quantità nelle stesse rocce che contengono solfuri di ferro, in particolare nei sedimenti del Cretaceo, spesso pseudomorfo di pirrite. Sempre nella parte alta della valle si trovano anche concrezioni giallastre di *Limonite*.

Magnetite Fe_3O_4 – Masserelle nere molto brillanti si osservano nelle serpentiniti e più frequentemente nei metagabbri, con apatite e clorite.

Calcite CaCO_3 – Questo carbonato è presente un

po' ovunque nelle serpentiniti della zona, ma in modeste quantità e quasi mai cristallizzato. Sol tanto in alcuni massi erratici sono stati trovate cavità con cristalli scalenoedrici di 2-3 mm. Più comune nelle idrotermaliti, oficalci, argilliti e nei calcari dove, anche se raramente, si presenta in piccoli cristalli biancastri prevalentemente lamellari. Lungo il corso dell'Ugione, anche se rare, si trovano delle strutture fibrose discoidali coniche, molto schiacciate. Queste strutture, tuttora in corso di studio, sono più frequenti nelle argilliti del sovrastante Poggio della Quercia [8].

Magnesite? $MgCO_3$ – Inclusi in alcuni filoni di calcite, nelle serpentiniti, sono stati osservati cristalli lamellari incolori probabilmente attribuibili a magnesite.

Dolomite $CaMg(CO_3)_2$ – La dolomite non è molto comune e si rinviene in piccolissime cavità nelle idrotermaliti sotto forma di cristalli millimetrici selliformi biancastri. Piccole druse con cristalli di 1 mm di dolomite rossastra si trovano in massi calcarei immersi nelle argilliti al contatto con idrotermaliti. Dolomite globulare in sferule bianco verdastre di 2-3 mm di diametro è stata osservata anche nelle serpentiniti.

Idromagnesite $Mg_5(OH)_2(CO_3)_4 \cdot 4H_2O$ – Questo carbonato idrato di magnesio fino ad oggi era stato osservato sotto forma di piccolissimi globuletti in due soli campioni, a Poggio delle Fate e a Calafuria [9]. In una frana di serpentiniti, sul lato orientale della vallata, sono stati raccolti alcuni frammenti ricoperti da globuli di idromagnesite, alcuni di diametro intorno a 5 mm (fig. 3.3).

Reevesite? $Ni_6Fe_2^{3+}[(OH)_{16}|CO_3] \cdot 4H_2O$ – In alcuni massi erratici di idrotermaliti sono stati individuati ciuffetti di cristallini allungati giallo verdi riconducibili molto probabilmente alla reevesite, prodotto di alterazione della millerite (fig. 3.4).

Gesso $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – Negli affioramenti delle formazioni mioceniche ad est di Poggio Corbolone, si possono trovare, anche se con difficoltà, perchè nascosti nella vegetazione, blocchi di gesso con grossi cristalli a “coda di rondine” anche di 10 cm.

Apatite $Ca_5(PO_4)_3(F,OH,Cl)$ – L'apatite si trova nei metagabbri (cumuliti con magnetite-anfibolite?) in cristalli prismatici allungati di colore

biancastro, anche tendente al giallo. In alcuni casi risultano fratturati e distorti. Possono raggiungere anche 5-6 mm di lunghezza.

Andradite $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$ – Questo granato, nella varietà *topazolite*, si trova esclusivamente nelle serpentiniti in cristalli giallo chiaro molto brillanti. A differenza della cava a nord di Poggio Corbolone, dove è molto comune, la topazolite è piuttosto rara nella vallata. In un grosso masso erratico rinvenuto nella macchia mediterranea sul pendio orientale di Poggio Corbolone, è stata individuata una fessura di circa un metro con alcuni cristalli giallo miele di 5-6 mm (fig. 4.2-3). Andradite verdastra, rara in cristalli isolati (fig. 4.1), è abbastanza frequente in agglomerati globulari millimetrici, si trova in massi sporadici di gabbro in alcune frane sul versante orientale della vallata.

Grossularia $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ – Cristalli molto brillanti di colore rosa si possono trovare nelle piccole fratture che raramente si aprono nei filoncelli rodingitici (fig. 4.4).

Zircone $ZrSiO_4$ – Nella massa di alcuni filoni rodingitici, con molta difficoltà, sono stati osservati cristalli tozzi di zircone incolori, molto brillanti (fig. 5.1).

Datolite $CaBSiO_4OH$ – Questo minerale è stato trovato in un filoncello di circa 120 cm, di pochi mm di spessore, in una roccia composta da breccia gabbriaca e diabase. Al momento del ritrovamento è stato scambiato per quarzo, ma la particolare brillantezza e vetrosità dei cristallini, sempre inferiori ai 2,5 mm, hanno suggerito un ulteriore esame al microscopio che ne ha permesso l'identificazione. È questa la prima segnalazione di datolite per i Monti Livornesi (fig. 5.4)

Titanite $CaTiSiO_5$ – Un solo cristallo di titanite di 5 mm fratturato longitudinalmente, di colore rossastro con abito sfenoidale, è stato osservato insieme a lizardite, in una fessura in un blocco di serpentinite.

Vesuvianite $Ca_{10}Al_4(Mg,Fe)_2(SiO_4)_5(Si_2O_7)_2(OH,F)_4$ – La vesuvianite si trova all'interno di piccole fessure nelle rodingiti. I cristalli, anche di 3-4 mm, sono striati longitudinalmente, incolori e molto brillanti.

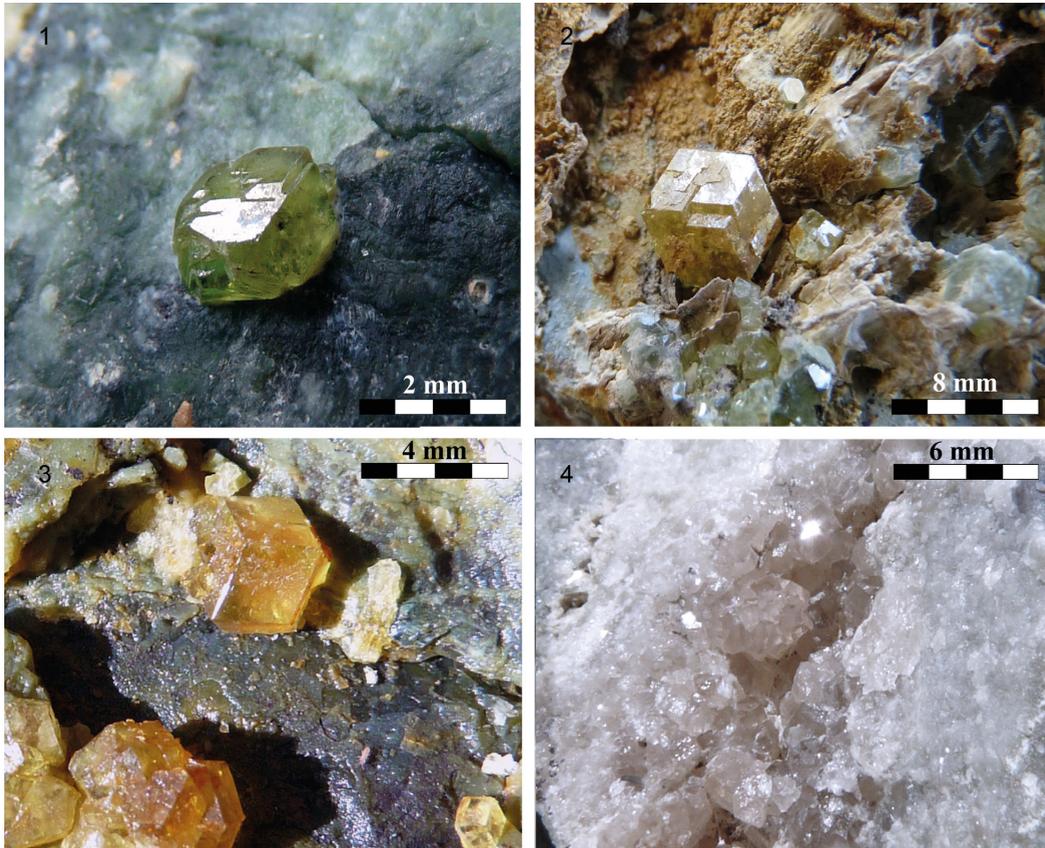


Figura 4: 1) andradite, 2-3) andradite var. topazolite, 4) grossularia rosa. (foto Sammartino)

Epidoto $\text{Ca}_2(\text{Fe,Al})_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$ – Nelle rocce gabbriche della parte sud della zona in esame è stato trovato l'epidoto più bello dei Monti Livornesi. I cristalli, che raramente superano i 5 mm, sono di colore verde o verde pistacchio (fig. 6.1). Generalmente sono associati ad albite incolori in geminati polisintetici. Meno comune l'epidoto associato a zeoliti nei filoncelli prehnitici, e sempre in cristalli inferiori ai 2-3 mm. Nella Valle del Torrente Ugione, si trova un parete di roccia completamente ricoperta da epidoto. Si tratta della drusa di cristalli più estesa dei Monti Livornesi.

Clinzoisite $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$ – La clinzoisite è risultata abbastanza rara e si rinviene in alcuni massi di gabbro sul greto del Torrente Ugione. I cristalli, in piccoli ammassi caotici, a

volte in gruppi raggiati, sono allungati, incolori o leggermente rosati con lucentezza vitrea. Le dimensioni sono inferiori ai 10 mm (fig. 5.2).

Pumpellyite $\text{Ca}_4(\text{Si,Fe})_6(\text{SiO}_4)(\text{SiO}_7)_2\text{O}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – Anche questo sorosilicato, non facile da osservare sul campo, si presenta in sottili crosticine di cristalli aciculari verdastri e si trova nelle rocce gabbriche, spesso con albite e prehnite.

Diopside $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ – Cristalli di diopside anche di 20 mm, appiattiti di forma allungata, biancastri o incolori, generalmente opachi, sono stati osservati in alcuni massi erratici di gabbro (fig. 5.3).

Diallagio $\text{Ca}_7(\text{Mg,Fe})_7(\text{Al,Fe})(\text{Al,Si})_2\text{Si}_{14}\text{O}_{48}$ – Questo pirosseno di composizione augitica, è



Figura 5: 1) zircone, 2) clinzoisite, 3) diopside, 4) datolite. (foto Sammartino)

comunissimo nei gabbri in quanto ne è un componente primario. I cristalli, facilmente sfaldabili, anche di 3-4 cm sono di colore grigio verdastro molto brillante.

Tremolite $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5[(\text{OH})\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ – La tremolite si trova in ammassi di cristalli appiattiti, anche di 30-40 mm, di colore biancastro entro filoni spessi anche 15 cm affioranti per alcuni metri nelle serpentiniti sul versante orientale del Poggio Corbolone.

Muscovite $\text{KAl}_2(\text{OH,F})_2\text{AlSiO}_{10}$ – Nei gabbri alterati, negli interstizi dei feldspati, si trovano cristallini di colore verde scuro di 1 mm, malformati e disposti in filoncelli.

Clorite $(\text{Mg,Al})_3(\text{OH})_2(\text{Al,Si})\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 3\text{Mg}(\text{OH})_2$ – La clorite è presente un po' ovunque nella vallata. Molto particolari sono piccoli filoni dove questa mica si può osservare in masse botroidali di colore verde scuro. (fig. 2.2)

Clinocloro $(\text{Mg,Al})_3(\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O} \cdot 3\text{Mg}(\text{OH})_2$ – Sulla superficie di un ammasso rodingitico sono stati individuati agglomerati raggiati verdolini di questa clorite che le analisi hanno accertato trattarsi di clinocloro.

Antigorite $\text{Mg}_6(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$ – È molto comune e si trova in filoncelli dall'aspetto fibroso nelle serpentiniti. Il colore è grigio, grigio verdastro madreperlaceo.



Figura 6: 1) epidoto, 2) clorite, 3) lizardite, 4) steatite. (foto Sammartino)

“Serpentino” – Masserelle di serpentino con bella colorazione verde o giallastra, spesso trasparente ai bordi, sono state trovate nel gabbro in contatto con la serpentinite.

Lizardite $Mg_6(OH)_8Si_4O_{10}$ – La lizardite, in sottili croste nelle fessure delle serpentiniti, è presente un po' ovunque nella vallata. Si tratta di aggregati cristallini globulari millimetrici di colore biancastro, verde chiaro, spesso madreperlacei in frattura (fig. 6.3). In alcune fessure completamente ricoperte da questo minerale vi si trovano impiantati cristalli di andradite.

Crisotilo $Mg_6(OH)_8Si_4O_{10}$ – Anche il crisotilo è molto comune nelle serpentiniti e forma sottili vene di pochi mm di colore giallo oro.

Generalmente è opaco ma in alcuni casi è assai brillante e di pregevole effetto.

Halloysite $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ – Piccole croste di color bianco madreperlaceo, che ricordano l'opale, si trovano con frequenza nelle fessure delle serpentiniti. Presso le cascate dell' Infernaccio l'halloysite ricopre cristalli di cabasite e globuli di prehnite (fig. 7.5).

Talco $Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$ – Questo minerale, fino alla prima metà del secolo scorso, veniva estratto industrialmente a nord di Poggio Corbolone dalla Società Talco e Grafite Val Chisone. Oggi della miniera rimangono labili tracce. Esiste, più a valle, un toponimo “Molino talco steatite”, località dove veniva trattato il minerale grezzo. Assai rare

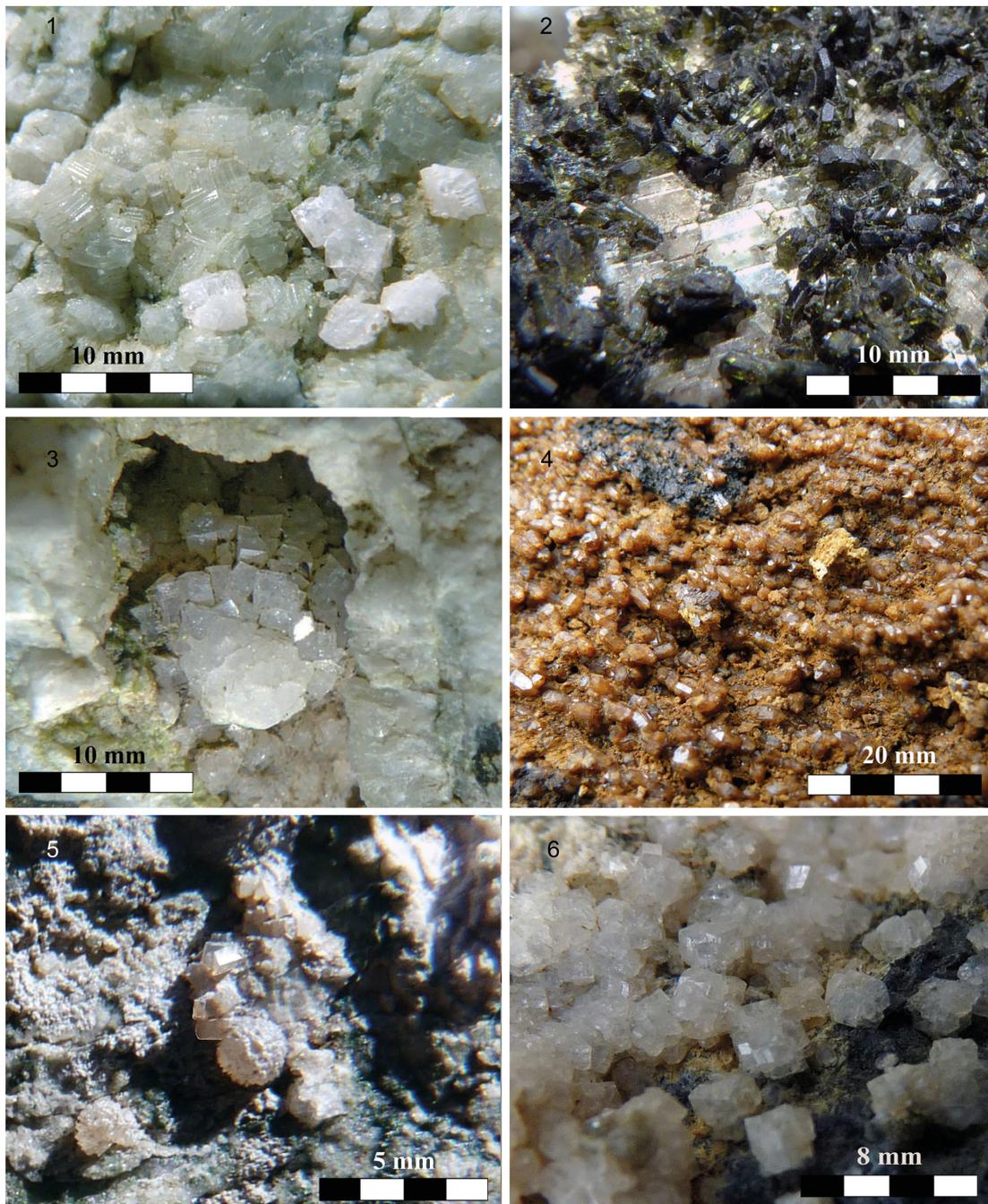


Figura 7: 1) prehnite, 2) albite con epidoto, 3) cabasite, 4) clinoptilolite, 5) halloysite su prehnite e cabasite, 6) phillipsite. (foto Sammartino)



sono le venule di talco verde molto chiaro formate da cristalli lamellari, delicatissimi, di 2-3 mm. Piccoli noduli e masserelle di talco verdastrò, nella varietà compatta *steatite*, si trovano in modeste quantità un po' ovunque. Recentemente in un grossa vena di calcite bruna inclusa in un grosso masso di idrotermalite, è stata trovata della splendida *steatite* di colore nero (fig. 6.4).

Prehnite $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$ – Nella Valle del Torrente Ugione la *prehnite* in apprezzabili cristallizzazioni si rinviene nei gabbri affioranti a nord, nord-est del Poggio Corbolone. Questo fillosilicato tappezza piccole fessure con cristalli mai superiori ai 2-3 mm. Essi sono di colore verde molto tenue, più frequentemente incolori. Una recente frana ha portato allo scoperto massi di gabbro molto alterato di colore rossastro con fessure riempite da *prehnite* biancastra. In un grande masso aggettante sul Torrente Ugione, si trovano numerose fratture riempite da cristalli di *prehnite* in globuli isolati, spesso insieme a *cabasite* (figg. 7.1, 7.5)

Albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ – Microcristalli di *albite* si possono osservare un po' ovunque nei gabbri dalla zona. Le cristallizzazioni più interessanti si trovano nelle fratture tappezzate da *epidoto*, dove si hanno cristalli incolori anche di 10 mm in accrescimento parallelo (fig. 7.2)

Analcime $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – L'*analcime*, comune nella cava bassa di Poggio Corbolone, è assai raro nella vallata. È stato osservato in pochi campioni in piccoli massi erratici lungo l'Ugione. I cristalli, sempre millimetrici sono incolori, brillanti e spesso con sfumature verdastre.

Natrolite $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – Quest'altra zeolite è stata trovata in pochi esemplari sempre nei gabbri dove è presente l'*analcime*. I cristalli allungati, esili e molto trasparenti raramente superano il millimetro.

Heulandite-clinoptilolite $(\text{Ca}, \text{Na}_2)\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – Questa è la zeolite più rara dei Monti Livornesi. Finora trovata i rari esemplari madreperlacci in zona Romito e in cristallini trasparenti nelle cave del Poggio Corbolone. Nella Valle dell'Ugione questo minerale tappezza le fratture del metagabbro con cristallini bruni molto brillanti di dimensioni intorno a 1-2 mm (fig. 7.4).

Phillipsite $(\text{Ca}_{0.5}, \text{Na}, \text{K})\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – Anche la *Phillipsite* è poco comune ed è stata trovata in blocchi erratici di gabbro entro fessure ricoperte da *prehnite* in cristalli di 2-3 mm geminati a tre individui. Assai rare sono le druse di cristalli impiantati direttamente sulla matrice gabbrica. (fig. 7.6)

Cabasite $(\text{Ca}, \text{Na}_2)\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - Questa zeolite si trova con più frequenza nella zona delle cascate dell'Infernaccio in cristalli limpidi di 1-2 mm. Spesso i cristalli sono appoggiati nelle cavità dei gabbri alterati tappezzate da *prehnite* in colore (fig. 7.3). Abbastanza frequente anche la varietà *facolite*, in cristalli bianco madreperlacci compenetrati fra loro, di forma lenticolare anche di 3mm.

Offretite / erionite (?) – È stata osservata sotto forma di cristalli incolori a contorno esagonale in masse cloritiche e i dati preliminari su alcuni campioni individuati in piccole fessure, in masse cloritiche, sembrano identificare una di queste zeoliti. Se ulteriori e più approfondite analisi lo confermeranno, si tratterebbe del primo ritrovamento in Toscana.

Conclusioni

L'esplorazione di questa area è risultata assai difficile sia per la presenza, in alcune zone, di macchia molto fitta che per l'asperità dei pendii. Inoltre come già accennato, molte delle rocce affioranti è ricoperta da epatiche, muschi e licheni, che rendono ardua l'identificazione di cristallizzazioni. Spesso i minerali sono stati trovati in massi erratici nel greto dei torrenti e non sempre è stata individuata la giacitura originale. Inoltre va tenuto conto che la maggior parte dei minerali presenti ha dimensioni millimetriche. I risultati di questa ricerca possono essere considerati soddisfacenti, non solo per il ritrovamento della datolite, clinoptilolite-heulandite, clinocloro e idromagnesite e in particolare della offretite o erionite che necessitano conferma, ma anche per la scoperta di minerali già conosciuti ma in giaciture o varietà nuove per i Monti Livornesi. Fra questi il quarzo rosso sulla serpentinite, la *prehnite* in singoli globuli, la *steatite* nera, l'opale in sfere isolate, ecc. L'area dell'alta Valle del Torrente

Ugione, presa in considerazione in questo lavoro, comprende alcune zone di notevole valore naturalistico, non solo per quanto riguarda la geologia e la mineralogia, ma anche per gli aspetti storici, paleontologici, botanici e faunistici. Inoltre la presenza nella Valle dell'Eremo della Sambuca, e di altri resti antichi ne aumenta il pregio.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr. Cristian Biagioni del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa per le analisi finora effettuate su numerosi campioni.

Bibliografia

- [1] G. Bracci, P. Orlandi. *Minerali della parte settentrionale dei Monti Livornesi*. Suppl. n.2 Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno 11, 1990, 95-114.
[2] V. Marinai, R. Nannoni. *I minerali della cava*

"Variante" di Poggio Corbolone. Riv. Min. Ital., n.2, 2003, 94-97.

[3] R. Nannoni, F. Sammartino. *I minerali dei Monti livornesi*. Calderini. Bologna, 1979.

[4] P. Orlandi. *Note di mineralogia Toscana-1. I minerali dei Monti Livornesi*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 79, 1972, 95-100.

[5] Strunz H. *Mineralogische Tabellen*. Geest und Portig, Lipsia.

[6] A. Lazzarotto, R. Mazzanti, C. Nencini. *Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti*. Suppl. n. 2 Quaderni Mus. St. Nat. Livorno, 11, 1990, 1-85.

[7] Sammartino F., Biagioni C. *Anatasio. I ritrovamenti sui Monti Livornesi*. MICRO, 2013-1, 11, 23-31.

[8] Sammartino F. *I minerali di Poggio della Quercia. (Collesalveti-Livorno) Una nuova località mineralogica per i Monti Livornesi*. Codice Armonico 2012, 39-49.

[9] Sammartino F. *Minerali, miniere e cave dei Monti Livornesi*. Comune di Livorno. Livorno, 2009.

Reef Check Italia *onlus* e il volontariato subacqueo a Calafuria e Salivoli (LI)

Fabio Benvenuti^{1*}, Leonardo Talini², Carlo Valdisalici³, Monica Previati⁴, Massimo Ponti⁵, Carlo Cerrano⁶

Parole chiave: monitoraggio, subacquei volontari, educazione ambientale, conservazione della natura

Le anomalie climatiche, che si stanno registrando sempre più frequentemente, hanno gravi ripercussioni non solo nell'ambiente terrestre ma anche marino. Soprattutto in quest'ultimo caso manca la possibilità di condurre monitoraggi estesi e a lungo termine. Tale limite compromette un'adeguata comprensione dei fenomeni, che sono percepiti solo quando notevolmente estesi o estremamente drammatici ed improvvisi. Per questo motivo è nata l'esigenza di avvalersi dell'aiuto di subacquei volontari adeguatamente preparati, come già avviene in numerosi paesi anglosassoni, per valutare in modo esteso le dinamiche degli areali di distribuzione di alcune specie target, anche attraverso l'analisi della temperatura lungo profili costieri verticali. Qui sono illustrati i primi risultati ottenuti dalla collaborazione con due diving della provincia di Livorno, che hanno monitorato visivamente 44 specie in un'area presso Calafuria (LI) e che stanno attivando un altro sito di analisi a Salivoli (LI). I risultati hanno permesso di mostrare che il progetto è un valido strumento di monitoraggio e un efficace mezzo per sensibilizzare la popolazione verso le problematiche dell'ambiente marino.

Introduzione

In numerose aree della costa italiana sempre più frequentemente vengono documentati drammatici eventi di morie di massa di specie sessili, ma l'estensione, la frequenza e le cause di tali fenomeni sono in gran parte ancora sconosciute [1]. A questo si unisce la mancanza di dati storici di riferimento, relativi alla distribuzione e alle dinamiche delle specie bentoniche che nel corso del tempo cambiano sempre più rapidamente, modificando gli scenari lungo gli oltre 8000 km di costa italiana [2, 3].

Alla luce di tali cambiamenti sarebbe urgente sviluppare adeguati progetti di censimento e monitoraggio a lungo termine dei popolamenti bentonici ma l'estensione delle coste italiane, inadeguati finanziamenti e il ridotto numero di ricercatori non permettono rilievi capillari.

Questi limiti possono essere superati grazie ad una stretta collaborazione tra ricercatori e subacquei sportivi volontari, soluzione già stata

gli autori

¹ Università di Pisa, Via Risorgimento 35, Pisa

² Diving "La Torre di Calafuria" Calafuria, 57100 Livorno

³ Diving "Acquanauta", Via Torino 29/a, 57025 Piombino;

e-mail: info@acquanauta.eu

⁴ CEA (Centro di Educazione Ambientale del Comune di Imperia), Viale Matteotti 157, 18100 Imperia;

e-mail: cea@comune.imperia.it

⁵ BiGeA, Università di Bologna, Via Sant'Alberto 163, 48123 Ravenna;

e-mail: massimo.ponti@unibo.it

⁶ DISVA, Università Politecnica delle Marche, Via Breccie Bianche 60131 Ancona;

e-mail: c.cerrano@univpm.it

* e-mail: benv@dcci.unipi.it



Figura 1: Immagine di una colonia di corallo rosso (*Corallium rubrum*) nell'area di studio di Calafuria.

adottata con successo in diversi paesi attraverso semplici ma ben standardizzati protocolli di monitoraggio [4].

Un esempio è fornito dall'associazione Reef Check Italia *onlus* (RCI) che dal 2006 sta adottando il protocollo di Monitoraggio dell'Ambiente Costiero (MAC) grazie alla collaborazione tra ricercatori e subacquei volontari che, adeguatamente preparati, sono in grado di raccogliere capillarmente una gran mole di dati lungo tutto il territorio italiano (www.reefcheckitalia.it).

Scopo del presente lavoro è quello di mostrare i risultati ottenuti dai censimenti effettuati su alcune specie chiave da volontari subacquei dei diving "La torre di Calafuria" e "Acquanauta" rispettivamente nella zona di Calafuria (LI) e nella zona della Secca del Falcone a Salivoli (LI).

Materiali e metodi

Siti di studio

L'area di studio di Calafuria (43°28.24' N - 10°19.92' E), è situata proprio sotto l'antica torre ed è costituita da una parete di rocce arenarie che scendono con alcuni salti fino a oltre 20 m di profondità, dove si sviluppa un ricco habitat precoralligeno-corallogenico. Le rocce calcaree, sovrinposte alle rocce arenitiche, si sono formate ad opera principalmente di alghe corallinacee e oggi formano falsi piani, grotte e spettacolari falesie che arrivano a oltre i 40 metri di profondità.

Tabella 1: Elenco delle 44 specie d'interesse nazionale censite da Reef Check Italia.

Elenco specie censite	
Alghe	Molluschi
<i>Caulerpa racemosa</i>	<i>Rapana venosa</i>
<i>Caulerpa taxifolia</i>	<i>Arca noae</i>
Poriferi	<i>Pinna nobilis</i>
<i>Ircinia</i> spp.	<i>Chlamys</i> spp.
<i>Aplysina</i> spp.	<i>Pecten jacobaeus</i>
<i>Axynella</i> spp.	<i>Patella ferruginea</i>
<i>Geodia cydonium</i>	<i>Rapana venosa</i>
<i>Tethya</i> spp.	Crostacei
Cnidari	<i>Palinurus elephas</i>
<i>Corallium rubrum</i>	<i>Homarus gammarus</i>
<i>Eunicella singularis</i>	Echinodermi
<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Paracentrotus lividus</i>
<i>Eunicella verrucosa</i>	<i>Centrostephanus longispinus</i>
<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Ophidiaster ophidianus</i>
<i>Maasella edwardsi</i>	Tunicati
<i>Epizoanthus</i> spp.	<i>Microcosmus</i> spp.
<i>Cladocora caespitosa</i>	<i>Aplidium conicum</i>
<i>Balanophyllia europaea</i>	<i>Aplidium tabarquensis</i>
<i>Astroides calicularis</i>	<i>Polycitor adriaticus</i>
<i>Parazoanthus axinellae</i>	Pesci
<i>Savalia savaglia</i>	<i>Conger conger</i>
<i>Leptosammia pruvoti</i>	<i>Sciaena umbra</i>
<i>Cornularia cornucopiae</i>	<i>Diplodus</i> spp.
	<i>Chromis chromis</i>
	<i>Trisopterus minutus</i>
	<i>Hippocampus</i> spp.

Una delle caratteristiche naturalistiche più note e rilevanti di questa zona è l'elevata abbondanza di corallo rosso (*Corallium rubrum*). Il sito, pur essendo di estremo interesse naturalistico, non è sottoposto a vincoli ed è quindi soggetto a un elevato impatto antropico in termini soprattutto di reti, lenze e rifiuti abbandonati.

Il sito di studio della Secca del Falcone (42°54.021' N - 10°29.51' E), situato a circa mezzo miglio dalla costa di Salivoli, è una cigliata che parte dalla batimetrica dei 30m e arriva fino ai 40m, una zona segnata da numerosi impatti dovuti a lenze, reti e altro materiale inquinante (copertoni, sacchetti di plastica, etc). Anche questo sito

Tabella 2: Elenco delle specie censite nell'area di studio durante i monitoraggi effettuati dai volontari di Reef Check Italia, con indicazione del nome della specie, le sei classi di abbondanza utilizzate nel protocollo MAC (1, 2, 3-5, 6-10, 11-50, 51-100), range di profondità dell'osservazione e norme di tutela.

a= Convenzione di Berna 1982

b= Annesso II Protocollo delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea -ASPIM

c= Convenzione di Barcellona 1986

d= Direttiva Habitat (92/43/CEE).

Specie	Classi di abbondanza	profondità	Tipo di tutela
<i>Caulerpa racemosa</i>	Molte aree dense	10-20	
<i>Aplisina</i> spp.	6-10	20-40	
<i>Axinella polypoides</i>	11-50	20-30	a-b-c
<i>Eunicella cavolinii</i>	11-50	20-30	
<i>Eunicella singularis</i>	11-50	10-30	
<i>Paramuricea clavata</i>	51-100	20-40	
<i>Corallium rubrum</i>	51-100	10-30	a-b-d
<i>Parazoanthus axinellae</i>	Aree molto dense	10-30	
<i>Cladocora caespitosa</i>	3-5	10-25	a-b-c
<i>Balanophyllia europea</i>	51-100	0-10	
<i>Leptosammia prouvoti</i>	11-50	25-30	
<i>Pinna nobilis</i>	2	22-25	b-c-d
<i>Arca noe</i>	2	10-12	
<i>Palinurus elephans</i>	3-5	20-26	a-b c
<i>Paracentrotus lividus</i>	11-50	5-15	
<i>Diplodus</i> spp.	3-5	10-20	
<i>Chromis chromis</i>	51-100	10	

come quello di Calafuria non è soggetto a nessun vincolo di tutela.

Metodologie

Il progetto di monitoraggio ha previsto tre fasi:

1. la fase di formazione teorico-pratica dei volontari attraverso un corso tenuto dallo staff di Reef Check Italia e materiale didattico;
2. la fase di censimento visivo che ha per scopo la raccolta di informazioni sulla distribuzione geografica di 44 specie (Tabella 1);
3. la fase di rilievo della temperatura che avviene lungo tutta la fase di immersione utilizzando i termometri incorporati nei computer subacquei. Questi strumenti, memorizzando la temperatura ogni quattro secondi, consentono di valutare la profondità media del termocline e la variazione complessiva di temperatura. I dati registrati sono trasferiti sul personal computer con l'apposito software o tramite porta infrarossi.

Le specie di invertebrati e vertebrati marini monitorate sono state scelte perché: i) specie

particolarmente suscettibili a diverse tipologie d'impatto antropico (inquinamento, pesca sportiva o professionale, urbanizzazione delle coste, ecc.), come ad esempio tutti quegli organismi a portamento eretto come le gorgonie; ii) specie esotiche, come le due alghe del genere *Caulerpa*; iii) specie sentinella di "cambiamenti globali" come il riscaldamento delle acque, ad esempio *Cladocora caespitosa*, madrepora coloniale simbiote con alghe zooxanthellae che la rendono particolarmente vulnerabile al riscaldamento delle acque superficiali; iv) specie protette e rare come *Savalia savaglia*, *Homarus gammarus* ed altri. Tutte le specie scelte sono facilmente riconoscibili e avvistabili dai subacquei durante le loro normali immersioni ricreative.

Si è fatta particolare attenzione al monitoraggio del *Corallium rubrum* (Figura 1), specie presente esclusivamente nel Mediterraneo, nota a tutti i subacquei per la sua bellezza sebbene la sua distribuzione geografica e batimetrica non siano ancora adeguatamente note.

Sembra che *C. rubrum* sia stata in passato una specie ampiamente diffusa, mentre oggi il suo

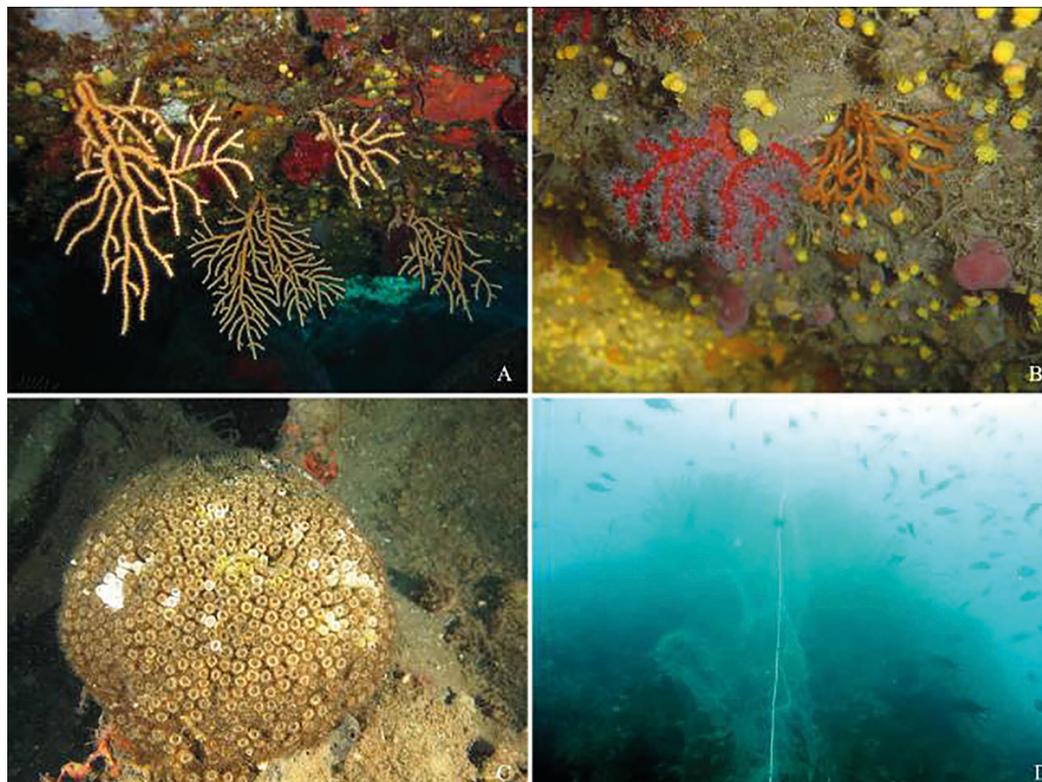


Figura 2: Foto scattate nel monitoraggio del 4/06/2013 a Calafuria: A) colonie di *Eunicella cavolinii*; B) colonie di *Corallium rubrum* e numerosi esemplari di *Leptosammia prouvoti*; C) colonia di madrepora *Cladocora caespitosa*; D) rete completamnte avviluppata alla parete.

areale è in rarefazione anche perché le diverse attività dell'uomo, compresa l'immersione subacquea, possono danneggiare o ridurre la sua crescita.

Il corallo rosso è inoltre una specie d'interesse commerciale, la cui raccolta indiscriminata ha portato negli anni passati ad un sovrasfruttamento.

Oggi la pesca è regolamentata e concessa esclusivamente ai professionisti e la specie inserita nell'Annesso III del Protocollo delle Aree Specialmente Protette d'Importanza Mediterranea (Allegato II Conv. Berna, Annesso II Protocollo delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea - ASPIM, Convenzione di Barcellona, Appendice 5 della Direttiva Habitat).

I censimenti sono stati condotti dal 2005 al 2013 (01/05/2005, 10/09/2006, 25/05/2007, 25/05/2008, 08/06/2010 e 04/06/2013) presso il sito di Calafuria mentre il 20/06/2013 è stato

effettuato il primo monitoraggio sulla Secca del Falcone. I monitoraggi hanno coinvolto 4 responsabili di Reef Check Italia *onlus* e oltre 10 volontari. I dati ottenuti dai monitoraggi sono tutti disponibili sul sito di Reef Check Italia *onlus* (www.reefcheckitalia.it).

Risultati

Lungo la parete di Calafuria, tra i 5 ed i 40 m di profondità sono state condotte 6 campagne di monitoraggio che hanno permesso di effettuare oltre 150 osservazioni e stilare un lungo elenco di organismi presenti, molti dei quali tutelati da norme internazionali (Tabella 2).

Per quel che riguarda le alghe, interessante è la segnalazione della presenza della specie tropicale





Figura 3: Foto scattate nel monitoraggio del 20/06/2013 a Salivoli: A) colonie di *Paramuricea clavata*; B) numerosi esemplari di *Aplysina cavernicola*; C) colonie di *Paramuricea clavata* con segni di necrosi recenti (*cenenchima denudato*) e passati (intere colonie di *Filograna sp.*, briozoi incrostanti, etc); D) telo di plastica di discrete dimensioni.

C. taxifolia solo nel monitoraggio del 2006 mentre già nel 2007 se ne segnalava l'assenza, confermata dalle indagini successive. Diversa invece è la distribuzione dell'alga *C. racemosa* avvistata durante tutti i monitoraggi nella fascia batimetrica tra i 10 e i 20 m. L'areale di questa specie, più profondo rispetto alla *C. taxifolia*, sembra essere in forte espansione tanto che negli ultimi anni ha colonizzato ampi tratti delle coste tirreniche. Secondo alcuni studi [5], quest'alga è in grado di colonizzare intere comunità fitobentoniche causando una vistosa perdita di biodiversità.

Tra le spugne è stata segnalata la presenza di numerosi esemplari di *Axinella polyoides*, specie a portamento eretto, spesso molto ramificata e quindi minacciata dalla pesca e dagli ancoraggi mentre tra gli cnidari risultano abbondanti

sia gli ottocoralli (quali *Corallium rubrum*, *Eunicella singularis*, *E. cavolinii*) sia gli esacoralli (*Parazoanthus axinellae*, *Cladocora caespitosa*, *Balanophyllia europea* e *Leptosammia prouvoti*). Per quanto riguarda *C. rubrum* i risultati ottenuti dai censimenti mostrano una popolazione a tratti molto densa ma discontinua, confermando quanto già indicato da Santangelo in uno studio fatto nel 2009 [6].

Durante il monitoraggio effettuato il 4/06/2013 è stata segnalata anche a presenza di una rete completamente avviluppata su una parte della scogliera (Figura 2).

I risultati del primo monitoraggio effettuato nell'area di Salivoli hanno evidenziato la presenza di una densa popolazione di *Paramuricea clavata* (oltre 100 colonie osservate nell'area indagata).

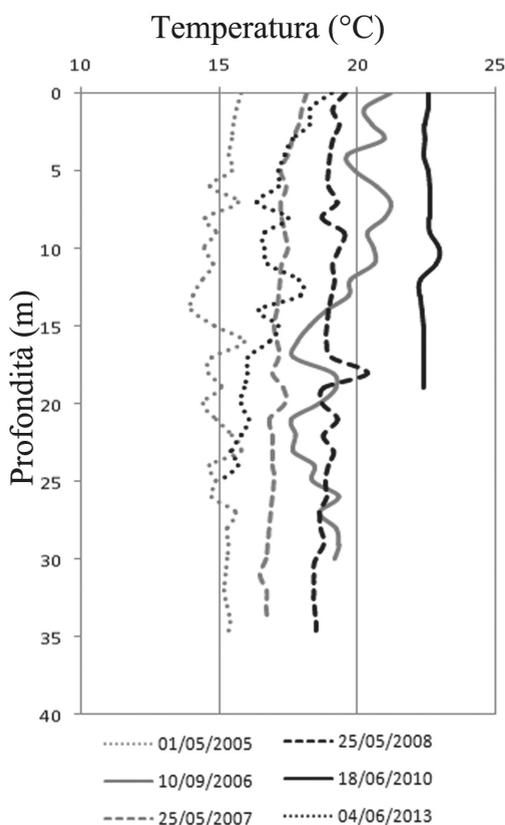


Figura 4: Profili di temperatura registrati nel sito di monitoraggio di Calalfuria (dati ottenuti con il computer subacqueo Scubapro ed esportati con il programma Smart trak versione 2.0801).

Molte delle colonie, alcune alte anche oltre 100 cm, mostravano chiari segni di necrosi sia recente (asse privo di cenenchima) che più antica (asse denudato ricoperto di spugne e briozoi sia incastranti sia eretti come *Reteporella* sp., *Pentapora fascialis* e *Myriapora truncata*) [7]. Sempre nell'area indagata è stata segnalata la presenza di un grosso addensamento di *Aplysina cavernicola*, specie molto sensibile al riscaldamento ed inserita in diversi elenchi di specie protette o minacciate allegati a convenzioni Internazionali (Allegato II Conv. Berna ed Annesso II Protocollo delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM, Convenzione di Barcellona).

Sono state segnalate infine reti, lenze e numerosi altri esempi di inquinamento (Figura 3).

Durante i sei anni di monitoraggio sono state registrate, nello stesso sito di studio, anche le temperature lungo l'intera colonna d'acqua (Figura 4).

Discussioni e conclusioni

Grazie alla collaborazione con subacquei volontari debitamente preparati e grazie anche al coinvolgimento di diving sensibili alle problematiche ambientali, l'associazione Reef Check Italia *onlus* ha potuto raccogliere in pochi anni migliaia di dati georeferenziati su alcune specie target, specie sentinella o sensibili alle variazioni di temperatura, delinendone l'areale con un buon livello di attendibilità. Poter avere una mappa dettagliata della distribuzione delle specie consente di misurarne le variazioni, individuare la presenza di eventuali impatti o l'espansione di specie invasive, valutando quindi adeguatamente i relativi piani d'intervento [8].

In particolare nelle aree come quelle indagate, non tutelate sebbene ad elevata biodiversità, avere dati storici di riferimento e censimenti puntuali risulta essenziale per poter pianificare precisi piani di tutela, di gestione e di valorizzazione, anche in previsione della creazione di nuovi SIC marino come indicato dall'ARPAT [9].

La "citizen" science è un'importante risorsa che se correttamente applicata può aiutare sia la comprensione sia la gestione delle risorse marine costiere [10].

Attualmente Reef Check Italia *onlus* sta proponendo altri due progetti che verranno sviluppati anche nella zona toscana: »reti nella rete« che richiede il coinvolgimento dei subacquei nella georeferenziazione e nel monitoraggio di reti abbandonate, indicando profondità ed estensione dell'area danneggiata e «il mio metro quadro» proponendo a fotografi subacquei distribuiti sul territorio nazionale e con una propensione alla «documentazione scientifica» di «adottare» un tratto di fondale della zona dove si immergono con costanza e regolarità (ognuno ha la sua immersione preferita) e di fotografarlo periodicamente (possibilmente 4 volte all'anno nelle diverse stagioni) in modo da farlo divenire una stazione di rilevamento a lungo termine.

Ringraziamenti

Si ringraziano per il supporto tecnico logistico durante le immersioni lo staff dei Diving “La Torre di Calafuria” e “Acquanauta” e dell’ASD Informare.

Bibliografia

- [1] C. Cerrano, G. Bavestrello, C.N. Bianchi, R. Cattaneo-Vietti, S. Bava, C. Morganti, P. Morri, C. Picco, G. Sara, S. Schiaparelli, A. Siccardi, F. Sponga. A catastrophic mass mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (Northwestern Mediterranean) Summer 1999. *Ecol. Lett.* 2000, 3: 284-293.
- [2] C. Cerrano, A. Arillo, F. Azzini, B. Calcinai, L. Castellano, C. Muti, L. Valisano, G. Zega, G. Bavestrello. Gorgonian population recovery after a mass mortality event. *Aq. Conserv. Mar. Freshw. Res.* 2005, 15: 147-157.
- [3] C. Cerrano, G. Bavestrello. Mass Mortalities and Extinctions. *Ecological Studies* 2009, 206: 295-307.
- [4] A. Crall, G. Newman, C. Jarnevich, T. Stohlgren, D. Waller, J. Graham. Improving and integrating data on invasive species collected by citizen scientists. *Biological Invasions* 2010, 12: 3419-3428.
- [5] L. Piazzini e D. Balata. The spread of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the Mediterranean Sea: An example of how biological invasions can influence beta diversity. *Marine Environmental Research*. 2008, 65: 50-61.
- [6] G. Santangelo, I. Vielmini, L. Bramanti, M. Iannelli. La popolazione di corallo rosso (*Coralium rubrum* L. 1758) di Calafuria (Livorno). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.* 2009, Serie B, 116.
- [7] L. Vezzulli, M. Previati, C. Pruzzo, A. Marchese, D.G. Bourne, C. Cerrano and the VibrioSea Consortium. Vibrio infections triggering mass mortality events in a warming Mediterranean Sea. *Environmental Microbiology* 2010, 12: 2007-2019.
- [8] C. Cerrano, M. Milanese, E. Mioni, M. Palma, U. Pantaleo, M. Previati, G. Rossi, A. Scinto, E. Turicchia, M. Ponti. Reef Check Italia *onlus*: a network to improve civil participation in marine environment assessment! XXIII Congresso della Società Italiana di Ecologia Ancona, 16-18 Settembre 2013.
- [9] F. Serena. Implementazione del SIC marini italiani: Regione Toscana. *Arpatnews*. 2011, n°137.
- [10] C. Cerrano, M. Bertolino, F. Betti, M. Palma, U. Pantaleo, M. Previati, G. Rossi, A. Scinto, E. Turicchia, L. Valisano e M. Ponti. An Overview of the Worldwide Involvement of SCUBA Diver Volunteers in Scientific Research Programs. Second International Workshop on Research in Shallow Water Marine and Fresh Water Systems. Milazzo, 2010.

I reperti in osso e conchiglia dagli scavi del sito del Paleolitico superiore finale di Greppi Cupi, Castagneto Carducci (Livorno)

Franco Sammartino^{1*}, Michelangelo Bisconti¹

Parole chiave: Reperti in osso e conchiglia, Paleolitico superiore, Castagneto Carducci

I reperti in materia prima organica, quindi facilmente deperibili, sono risultati finora assai rari nella fascia costiera toscana, in particolare nel territorio livornese. In questo lavoro vengono descritti appunto, i reperti prodotti con materia organica, in questo caso osso e conchiglia, rinvenuti negli scavi del sito dell'Epigravettiano finale di Greppi Cupi 2, presso Donoratico (Livorno). Vengono inoltre analizzate le tracce di lavorazione degli stessi.

Introduzione

I reperti in osso e conchiglia oggetto di questo studio sono conservati presso il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno e sono stati rinvenuti negli scavi d'emergenza effettuati nel 1987 in località Greppi Cupi nel Comune di Castagneto Carducci dal Professor Carlo Tozzi del Dipartimento di Scienze Archeologiche dell'Università di Pisa.

La località è situata a circa 4 km dalla costa attuale, al centro di un'area di paleodune appartenenti alla Formazione delle Sabbie Rosso-Arancio di Donoratico del Pleistocene superiore [1]. Questa località è stata denominata Greppi Cupi 2 in quanto a poche centinaia di metri di distanza è stato scavato un altro sito, denominato Greppi Cupi 1, attribuito ad una fase di passaggio fra l'Epigravettiano finale ed il Sauveterriano [2].

A Greppi Cupi 2, la particolare distribuzione dei reperti, la forma sub-circolare e le dimensioni di una zona più scura (circa 2.50 m di diametro) all'interno dell'area scavata hanno fatto supporre l'esistenza di una struttura, con molta probabilità un riparo o una tenda (Fig. 2) posizionata su dune eoliche che all'epoca dovevano trovarsi più distanti dalla linea di costa, in quanto il livello del mare, ancora in fase trasgressiva, era più basso di quello attuale (Fig.1).



Figura 1: Ubicazione del sito di Greppi cupi 2. La linea rossa indica la probabile linea di costa nell'Epigravettiano finale.

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, via Roma 234, 57100, Livorno.

* e-mail: fsammartino@alice.it

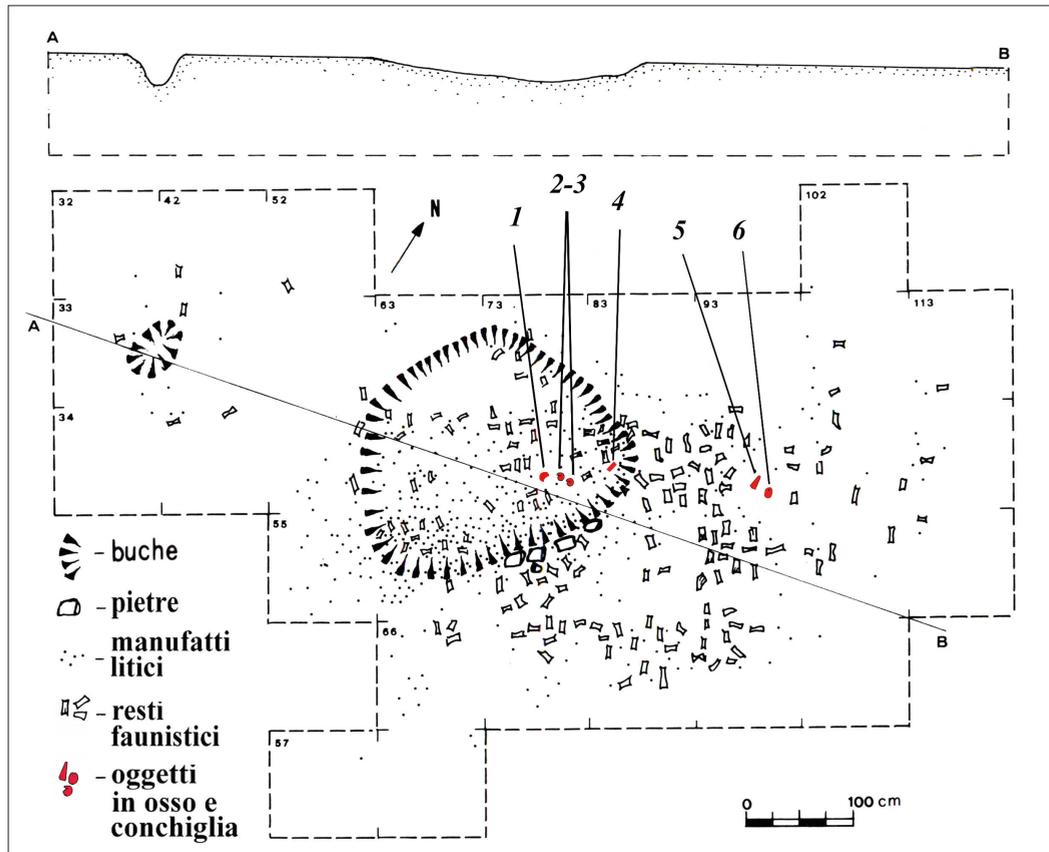


Figura 2: Pianta dell'area di scavo del sito Greppi Cupi 2, con posizionamento dei reperti in osso e conchiglia. Da Sammartino et al., 1994, modificata.

L'industria litica, prevalentemente microlitica e con forte laminarità, è composta da oltre 3500 manufatti con abbondanza, fra gli strumenti, di dorsi (54%). Fra questi, i dorsi troncati sono i più abbondanti mentre sono assenti i geometrici; i grattatoi sono presenti in numero assai minore mentre scarsi risultano bulini, troncatore e becchi [2]. I resti faunistici, scarsi e molto deteriorati, comprendono: asino, bue, cavallo, cervo e stambecco [2]. Sono composti essenzialmente da denti e scarsi frammenti di ossa lunghe in cattivo stato di conservazione. L'assenza della maggior parte dei distretti scheletrici e la notevole abbondanza di denti fra i reperti faunistici, suggeriscono una certa difficoltà nella conservazione dei materiali organici nei siti preistorici all'aperto del territorio livornese. La scarsità dei reperti in materia prima

organica, anche rispetto all'industria litica, sembra dovuta all'acidità del terreno oltre che alle intense recenti attività agricole praticate nelle zone dove sono avvenuti i ritrovamenti archeologici. Molto probabilmente per questo motivo, anche nelle altre centinaia di siti preistorici all'aperto relativi a varie epoche, scoperti nel territorio livornese, non sono mai stati ritrovati reperti in materiale organico, salvo rarissime eccezioni. L'analisi dell'industria ha consentito di collocare questo sito in pieno Epigravettiano finale [2], anche in considerazione del tipo di fauna e delle datazioni radiometriche di siti coevi come Isola Santa [5], Piastricoli e Grotta delle Campane, databili fra la fine dell'interstadio di Allerød e la fase di passaggio Allerød/Dryas III [3]. "... La presenza di equidi e di stambecco, oltre che di cervo, tra i

resti faunistici indica un ambiente ancora in larga parte scoperto, frequentato dagli erbivori probabilmente soprattutto nel periodo invernale..." [2], ancora in età tardiglaciale o di transizione Dryas III/Preboreale, con clima freddo.

I reperti che vengono presentati in questo studio sono stati rinvenuti a Greppi Cupi 2 e sono da considerarsi come rarissimi nei siti preistorici della Provincia di Livorno (in special modo in quelli paleolitici), in quanto, come accennato in precedenza, la particolare acidità dei terreni e l'intensa attività agricola non hanno consentito fino ad ora il ritrovamento di fauna e di manufatti in materia animale, salvo rarissimi casi dove, in passato, sono stati raccolti alcuni oggetti, mancanti di dati stratigrafici [4, 5]. Per questo motivo è stato ritenuto interessante proporre un'analisi approfondita per quanto possibile.

Materiali e metodi

I reperti in materia dura animale analizzati in questo studio comprendono: 2 conchiglie forate di *Cyclope pellucida* rinvenuti nel quadrato Q74 (Fig. 2, nn. 2, 3), 1 canino atrofico di cervo forato, quadrato Q94 (Fig. 2, n. 6), 1 frammento di bivalve quadrato Q74 (Fig. 2, n. 1), 1 punteruolo in osso frammentario a sezione circolare, quadrato Q94, (Fig. 2, n. 5), 1 frammento di osso levigato con due incisioni realizzate con uno strumento in selce, quadrato Q84, (Fig. 2, n. 4).

I reperti sono stati studiati in microscopia ottica e per mezzo dello studio delle loro immagini fotografiche riprese ad alta definizione. Per altri 4 frammenti non è stato possibile formulare alcuna ipotesi sul tipo di manufatto.

Descrizione

Canino di cervo: Un singolo esemplare largo circa 5 mm e lungo circa 7 mm con un foro cilindrico dal bordo levigato (Fig. 3.A e B). La superficie del dente è levigata anche se vi si osservano tracce di erosione nella forma di piccole incisioni. La superficie sulla quale si apre il foro non appare preparata. Le dimensioni suggeriscono che il dente sia appartenuto ad un individuo giovanissimo. Non è possibile distinguere se l'individuo fosse maschio o femmina. È però ragionevole

assumere che l'eruzione di questo canino sia avvenuta pochi mesi prima della morte. In accordo con Azorit *et al.* [6], l'eruzione dei canini avviene a circa 18 mesi dalla nascita nella specie *Cervus elaphus*. L'individuo qui rappresentato doveva essere di poco più vecchio quando è sopraggiunta la morte.

Frammento di bivalve: Un singolo esemplare di circa 17 mm di larghezza (lungo il bordo) e di circa 10 mm di lunghezza (Fig. 3.C e D). L'esemplare ha una superficie levigata e anche il bordo appare levigato. Nella faccia inferiore della conchiglia si osserva una parte del sito di attacco di uno dei muscoli adduttori anche se risulta impossibile determinare se l'anteriore o il posteriore. La forma e l'ornamentazione della parte conservata suggeriscono una affinità con le conchiglie levigate e perforate di *Glycymeris* rinvenute alla Grotta Continenza in Abruzzo [7, 8]. In questa sede si suggerisce un'attribuzione del frammento a *Glycymeris* sp.

Conchiglie forate: Si tratta di due esemplari di *Cyclope pellucida* dal diametro trasversale di circa 5 mm (Fig. 3.E, F, G, H). Entrambi gli esemplari presentano un foro realizzato nella parte della conchiglia esattamente opposta all'apertura. La forma della perforazione è diversa nei due esemplari. In uno (Fig. 3.E, F) il bordo del foro è netto suggerendo una perforazione ottenuta tramite piercing [7]; nell'altro (Fig. 3.G, H) il bordo risulta arrotondato da un processo di levigatura.

Punteruoli: È stato rinvenuto un punteruolo in osso (Fig. 3.I, J), del quale si conserva la parte mediana. Ha sezione circolare, colorazione bruno scuro. L'usura dello strumento ne attesterebbe un notevole utilizzo. Sulla superficie si conservano comunque alcune tracce della lavorazione per la produzione dello strumento.

Altri elementi in osso: Si tratta di un frammento in osso levigato con patina grigia, di forma appiattita, probabilmente utilizzato come lesina (Fig. 3.S, T). Conserva su un lato due incisioni intenzionali prodotte con uno strumento in selce. Sono inoltre presenti altri 4 oggetti molto frammentari per cui non è stato possibile effettuare analisi né stabilire la forma originale (Fig. 3.M, N, O, P, Q, R). Uno di questi potrebbe essere una scheggia di punteruolo (Fig. 3.K, L).



Figura 3: Reperti in osso e conchiglia dal sito del Paleolitico Superiore di Greppi Cupi 2.

Discussione

I reperti in materia dura animale descritti in questo lavoro costituiscono elementi tipici del Paleolitico superiore e del Mesolitico europei. Il canino di cervo utilizzato a fini ornamentali è stato variamente impiegato come orlo di copricapo di conchiglie e come collana [9, 10, 11]. Talvolta la sua forma è stata perfino riprodotta su calcare o su steatite (ad esempio alla Grotta Continenza e alla Grotta del Caviglione [7, 12]). Tuttavia, la giovanissima età del cervo rappresentato dal reperto qui descritto rappresenta un elemento di novità dato che in generale i canini di cervo forati rinvenuti negli insiemi faunistici studiati nella maggioranza degli altri siti appartengono ad individui adulti o subadulti. Questo ritrovamento suggerisce, in maniera del tutto speculativa, che le comunità umane di Greppi Cupi 2 esercitassero anche la caccia verso individui piuttosto giovani (il canino di cervo qui descritto apparteneva ad un individuo di circa 2 anni di vita). La caccia ad individui giovani di cervo è in linea con quanto si conosce delle preferenze di caccia delle popolazioni del Paleolitico superiore. Barker [13, 14] mette in evidenza il fatto che in diversi siti dell'Italia centrale, i cervi venissero cacciati durante il primo anno di età (forse per permettere l'approvvigionamento di carne tenera e pelli morbide) o tra i 4 e gli 8 anni. Secondo Broglio & Kozłowski [15], in questo particolare periodo non si assiste, in Italia, a tentativi di controllo dei branchi che possano preludere a forme di domesticazione locali come invece si osserverà nel corso del Mesolitico. Gli ornamenti realizzati su *Cyclope pellucida* e su *Glycymeris* sono noti in molti siti del Paleolitico superiore e del Mesolitico europei. Bisconti [7] ha documentato il processo di lavorazione delle conchiglie di *Glycymeris* nel Mesolitico e nel Paleolitico superiore della Grotta Continenza mostrando come l'intera superficie e il bordo venissero completamente levigati. Alla Grotta Continenza, la conchiglia, una volta levigata, veniva immersa in un bagno d'ocra rossa; nel reperto di Greppi Cupi 2 non si trovano residui ocracei per cui questa fase non può essere documentata. Conchiglie forate di *Cyclope pellucida* costituiscono un ornamento spesso di grande diffusione in siti paleolitici e mesolitici. Conchiglie di *Cyclope* risultano l'elemento prevalente del complesso ornamentale delle grotte liguri (Arene Candide e Grotta degli Infanti della Barma Grande [13]

mentre in altri siti *Cyclope* risulta presente in numeri variabili (ad esempio in numerose sepolture del Paleolitico superiore francese come Combe Capelle, Cro-Magnon, Laugerie-Basse etc. [14]). Nel territorio livornese sono presenti nel sito epigravettiano di Villa Padula [15]. Il punteruolo in osso, che mostra una notevole usura, molto probabilmente veniva utilizzato per la lavorazione delle pelli, in particolare per praticarvi fori. Naturalmente è estremamente difficile trarre conclusioni sulla pratica della realizzazione di ornamenti su osso e conchiglia nel Paleolitico superiore del territorio livornese solo sulla base dell'evidenza fornita in questo studio e sono certamente necessari nuovi scavi e ulteriori ritrovamenti di oggetti ornamentali realizzati su materia dura animale per definire meglio le tecniche di preparazione e le preferenze delle comunità che abitavano la zona.

Bibliografia

- [1] R. Mazzanti, G. Sanesi. *Geologia e Morfologia della Bassa Val di Cecina*, in: *Note di Geologia, Paleontologia e Morfologia del Territorio costiero tra Castiglioncello e San Vincenzo (Livorno)*, Suppl. 1, Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 1986, n. 7, pp. 1-27.
- [2] F. Sarmartino, C. Tozzi. *Le industrie dell'Epigravettiano finale del Podere Greppi Cupi di Donoratico (Livorno)*, in P. Stoduti (a cura di), *Miscellanea archeologica in onore di Antonio Mario Radmilli*. Edizioni ETS, Pisa, 1994, pp. 235-272.
- [3] P. Biagi, M. Castelletti, M. Cremaschi, B. Sala, C. Tozzi. *Popolazione e territorio nell'Appennino Tosco-emiliano e nel tratto centrale della pianura del Po tra il IX e il V millennio*. Emilia Preromana, 1980, Vol. 8.
- [4] M. Agus. *Nuovi ritrovamenti in superficie di industrie litiche del paleolitico medio, del paleolitico superiore del neolitico e dell'età dei metalli nel livornese*. Atti X riun. Scient. I.I.P.P. Verona, Firenze, 1965, pp. 217-230.
- [5] I. Cocchi. *Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana*, in "Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali", I, 1865, pp. 3-32, tav. 1, fig. 5.
- [6] C. Azorit, M. Analla, T. Cassasco, J.A. Calvo, J. Muñoz-Cobo. Teeth eruption pattern in red deer (*Cervus elaphus*) in southern Spain. *Anales de Biología*, 2002, n. 24, pp. 107-114.

- [7] M. Bisconti. *Analisi tecnologica di tre semilune preparate su conchiglia provenienti dai livelli del Paleolitico superiore della Grotta Continenza (L'Aquila)*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A, 1999, 106, 39-44.
- [8] M. Bisconti. *Gli ornamenti su conchiglie e corni di cervo dei livelli del Paleolitico Superiore e del Mesolitico della Grotta Continenza*. *Rivista di Scienze Preistoriche*, 1999-2000, 50, 143-164.
- [9] G. Cremonesi, R. Parenti, S. Romano. *Scheletri paleolitici della grotta delle Veneri presso Parabita (Lecce)*. Atti XIV Riun. Sc. Ist. It. Preist. Protost., Firenze 1970, 105-117.
- [10] G. Cremonesi. *La Grotta dei Piccioni di Bolognaro nel quadro delle culture dal Neolitico all'età del Bronzo in Abruzzo*. Monografie a cura del Dipartimento di Scienze Archeologiche dell'Università degli studi di Pisa - Sezione Paleontologia Umana, Paleontologia ed Etnologia, 1976, 2, 349 pp.
- [11] A. Palma di Cesnola. *Il Paleolitico superiore arcaico (facies uluzziana) della Grotta del Cavallo*. Lecce. Riv. Sc. Preist. 1966, 21, 3-59.
- [12] M. Mussi. *L'uso della steatite nel Paleolitico superiore italiano*. *Origini*, 1988-1989, 14, 189-205.
- [13] Barker G. *Prehistoric territories and economies in Central Italy*. pp. 111-175 in Higgs (a cura di), *Palaeoeconomy*, Cambridge University Press, 1975.
- [14] Barker G. *Landscape and society. Prehistoric Central Italy*. London, 1981.
- [15] Broglio A. & Kozłowski J. *Il Paleolitico*. Jaca Book, Milano, 1981.
- [16] V. Formicola. *Le sepolture paleolitiche dei Balzi Rossi*. *Le Scienze*, 1991, 280, 76-85.
- [17] Y. Taborin. *La parure en coquillage de l'Épipaléolithique au Bronze ancien en France*. *Gallia Préhistoire*, 1974, 17, 307-417.
- [18] F. Sammartino. *Il sito epigravettiano di Villa Padula-Le Sughere (Livorno)*. *Quad. Mus. St. Nat. Livorno*, 2009. 22: pp. 43-56.

Nuove ipotesi sull'estinzione dei neandertaliani

Emiliano Carnieri*¹

Parole chiave: Neandertaliani, *Homo sapiens*, estinzione

Homo neanderthalensis, evolutosi da popolazioni europee di *Homo heidelbergensis*, è caratterizzato da una fenotipia ben individuabile, per certi aspetti specializzata, probabilmente collegata ad una risposta adattativa a condizioni climatiche ed ambientali particolari. Anche il comportamento alimentare era probabilmente specializzato verso una dieta prevalentemente carnea. L'uomo anatomicamente moderno giunse in Europa circa 40 mila anni fa e ha convissuto con i neandertaliani per oltre 10 mila anni. Sembra che le due specie di *Homo* presentassero sistemi di sussistenza simili (dieta, strategie di caccia e raccolta, gestione del territorio). È difficile stabilire se c'è stata una competizione diretta tra neandertaliani e uomini anatomicamente moderni e, in caso affermativo, il grado. Tuttavia, l'arrivo in Europa di *Homo sapiens* e la scomparsa dei neandertaliani sembrano essere fenomeni fortemente collegati.

Introduzione

In Europa e in parte dell'Asia, a partire tra 130.000 e 115.000 anni fa, visse una forma di uomo ben caratterizzata ed omogenea nella morfologia e nella cultura: *Homo neanderthalensis*. Questa specie si è probabilmente evoluta in Europa da *Homo heidelbergensis* circa 200.000 anni fa, mentre nello stesso periodo faceva la sua comparsa la nostra specie. I Neandertaliani si estinsero circa 28.000 anni fa e sono stati sostituiti dall'uomo anatomicamente moderno [1]. Contemporaneamente, in Africa e in Asia orientale, vissero popolazioni umane che si distinguevano dai neandertaliani per molti caratteri (*Homo sapiens*, *Homo erectus*, *Homo floresiensis*, Uomo di Denisova) [2]. Secondo alcuni antropologi questi gruppi umani, compresi i neandertaliani, hanno dato origine alle etnie moderne (ipotesi multiregionale); secondo altri l'umanità attuale si è evoluta in Africa circa 200.000-130.000 anni fa ed ha successivamente sostituito le altre forme arcaiche (ipotesi dell'origine africana recente) [1]. Attualmente, pur confermando l'ipotesi dell'origine africana sono stati evidenziati da studi genetici (sia su reperti fossili che su campioni umani attuali) fenomeni di incrocio, seppur limitato, fra le

specie (o popolazioni) di *sapiens*, neandertaliani e denisovani [2].

L'uomo di neandertal si distingue dalle altre specie del genere *Homo* per i seguenti caratteri: un cranio allungato e con volta cranica appiattita, una fronte sfuggente, un toro sopraorbitario continuo, formante un doppio arco e con un evidente solco sopratorale, un accenno di toro occipitale, sul quale si trova la depressione soprainica. La capacità cranica è elevata con media di circa 1450 cc.; altri caratteri dello scheletro craniale sono la faccia ad estensione, cioè protrusa in avanti, l'assenza di mento, l'apertura e la cavità nasale di grandi dimensioni, gli zigomi sfuggenti all'indietro, i denti anteriori grandi con incisivi a paletta, mentre quelli iugali sono di dimensioni simili a quelli dei primi uomini di tipo moderno, ma con la presenza di un spazio retromolare tra il

gli autori

¹ Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali, sezione di Livorno, Via Spalato n. 5, 57126 Livorno

* e-mail: emiliano.carnieri@alice.it

terzo molare inferiore e il lato anteriore del ramo ascendente della mandibola, la cresta mastoide e la cresta iuxtamastoide. Lo scheletro postcraniale è caratterizzato da vertebre cervicali con forte sviluppo del processo spinoso, da coste spesse e incurvate formanti una cassa toracica a botte, da una scapola abbastanza larga con evidente solco sulla superficie dorsale del margine ascellare, da segmenti distali degli arti superiori e inferiori brevi, da un incurvamento antero-posteriore della diafisi del femore e dall'assenza del pilastro femorale tipico dell'uomo moderno. La statura media è di circa 166 cm. In realtà la morfologia neandertaliana si è diversificata nel tempo e nello spazio. Esistono differenze tra i così detti neandertaliani precoci (le forme più antiche) con quelle più recenti (neandertaliani classici) oppure tra le popolazioni europee con quelle dell'Asia occidentale [1]. La possibilità di analizzare e confrontare il DNA estratto da alcuni reperti fossili, ha gettato nuova luce sulla storia evolutiva di *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*, aprendo scenari interessanti sul possibile incrocio tra i due tipi umani e sull'attribuzione tassonomica (due specie separate o due sottospecie appartenenti alla medesima?). A partire dal 2000 sono stati condotti diversi studi sul DNA mitocondriale estratto da reperti neandertaliani e confrontato con i sapiens attuali o del Paleolitico superiore. Inizialmente i risultati sembravano escludere un incrocio tra i due tipi umani. La separazione tra le due specie veniva datata tra 800.000 e 500.000 anni fa, escludendo la possibilità di un incrocio se non in percentuali molto basse [3]. Tuttavia, ulteriori analisi hanno dimostrato che si sono verificati scambi genetici tra neandertal e sapiens. Nel 2010 Svante Pääbo e colleghi hanno sequenziato il genoma dell'uomo di neandertal [4]. Il passaggio dall'indagine del DNA mitocondriale a quella del DNA nucleare ha contribuito a gettare nuova luce sui rapporti tra i due gruppi umani. Oltre a confermare un certo livello di incrocio, le nuove ricerche hanno evidenziato che i neandertaliani condividono più varianti genetiche con gli uomini attuali non-africani che con quelli che vivono in Africa, per cui l'incrocio tra i sapiens e i neandertaliani è avvenuto dopo che i primi sono usciti dal continente africano. I risultati indicano che l'ibridazione sarebbe avvenuta in un periodo compreso tra 37.000 e 86.000 anni fa, con massima probabilità tra 47.000 e 65.000 anni fa. Questo

risultato porta a scartare l'ipotesi dell'antica ibridazione e conferma che l'incrocio tra le due specie è effettivamente avvenuto solo dopo l'arrivo degli uomini moderni in Europa. Lo scenario si è ulteriormente complicato con la sequenziazione del DNA proveniente dalla falange di un mignolo di un reperto asiatico di *Homo*, conosciuto come Uomo di Denisova (Grotta di Denisova nei Monti Altai in Siberia). Si ipotizza che questa specie sia vissuta in un periodo compreso tra 1 milione e 40.000 anni fa in aree occupate probabilmente anche dai neandertaliani e dagli uomini anatomicamente moderni, con i quali risulta condividere un antenato comune. Il sequenziamento del genoma del DNA dell'uomo di Denisova ha evidenziato la vicinanza genetica con *Homo sapiens*. Infatti, i Denisovani sembrano condividere molti più geni con individui della Papua Nuova Guinea che con qualunque altra popolazione umana attuale studiata. Inoltre, sono stati trovati più alleli (varianti di una sequenza di un gene o di un locus genico) di Denisova in Asia e Sud America che nelle popolazioni europee: secondo i ricercatori, questo probabilmente indica che l'incrocio è avvenuto tra gli esseri umani moderni e i neandertaliani, parenti stretti dei Denisovani, invece di un incrocio diretto con gli stessi Denisovani. In altre il DNA di *Homo sapiens* è arrivato ai denisovani tramite *Homo neanderthalensis* [5]. Tuttavia, le evidenze paleogenetiche, al momento, evidenziano un certo flusso genico tra popolazioni umane differenti (neandertaliani, sapiens e denisovani), ma non confermano assorbimento completo di una specie nei confronti delle altre.

L'uomo di neandertal era un tipico cacciatore-raccoglitore. L'analisi chimica delle ossa e lo studio dei denti sembra suggerire che i neandertaliani occupassero i vertici della catena alimentare insieme agli altri super-predatori. Le prede erano generalmente costituite da ungulati di media e grande taglia. Questi gruppi umani erano nomadi e vivevano in campi base semipermanenti (grotte e accampamenti esterni) in prossimità di acque perenni e in campi temporanei in prossimità di probabili fonti di cibo e di pietre utili per costruire strumenti. La cultura litica è caratterizzata da strumenti su scheggia che costituiscono la cosiddetta industria musteriana. L'uomo di neandertal seppelliva i defunti, a testimonianza dell'esistenza di spiritualità o religiosità in queste popolazioni preistoriche. I seppellimenti, di solito in grotta,

sono testimoniate a Shanidar (Irak), a Thesik Thas (in Uzbekistan); ad Amud, a Tabun, a Kebara (in Palestina), alla Chapelle aux Saints e a Le Moustier (in Francia) ed in alcune altre località europee. In alcuni casi sembra essere stato praticato il cannibalismo (a Krapina, Jugoslavia). Il singolo individuo veniva curato dal gruppo in caso di traumi o malattie (un esempio viene da Shanidar in Irak) [1].

Materiali e metodi

La scomparsa dell'uomo di neandertal è sempre stato oggetto di dibattito e ha suscitato grande interesse anche tra i non addetti ai lavori. Fino a pochi decenni fa la sua scomparsa veniva letta come una conseguenza della presunta superiorità intellettuale e culturale della nostra specie. In realtà, con il progredire delle conoscenze e delle tecniche di indagine il quadro si è arricchito di numerosi nuovi elementi, ma al tempo stesso si è fatto più complesso. Contributi importanti sono stati dati dalle ricostruzioni paleo climatiche sempre più dettagliate, dallo studio del dna fossile, dall'archeozoologia, dalla tafonomia, dall'archeologia sperimentale e dalla studio della paleodieta attraverso l'analisi degli isotopi stabili e delle microsure dentarie.

Le ipotesi sull'estinzione dell'uomo di neandertal possono essere riunite in alcune tipologie che chiamano in causa eventi di varia natura: incapacità di adattarsi ai cambiamenti climatici, esclusione competitiva con la nostra specie quando è giunta in Europa, genocidio praticato dagli esseri umani anatomicamente moderni, ibridazione del neandertal con i sapiens.

I neandertaliani e gli uomini anatomicamente moderni hanno convissuto in Europa per alcune migliaia di anni prima dell'estinzione dei primi. Tuttavia, la durata di questa presunta coesistenza è incerta, come del resto è ancora oggetto di interpretazioni diverse l'interazione tra i due gruppi umani. Gli esseri umani moderni potrebbero essere arrivati in Europa 40-43.000 anni fa e gli uomini di Neanderthal potrebbero essere sopravvissuti fino a 24.000 anni fa in "rifugi" sulla costa meridionale della penisola iberica, come la grotta di Gorham. [5]; anche l'inter-stratificazione di resti umani neandertaliani e moderni è stata ipotizzata [6], ma è stata contestata successivamente

[7]. Analizziamo di seguito e in maniera sintetica le principali ipotesi sulla scomparsa di *Homo neanderthalensis*. Jared Diamond ha ipotizzato uno scenario di conflitto violento paragonabile ai genocidi subiti dalle popolazioni indigene nella storia umana recente (estinzione rapida per violenza) [8]. Un'altra possibilità suggerita da Diamond e altri, in parallelo con la storia coloniale, sarebbe una maggiore sensibilità da parte dei Neanderthal a patogeni introdotti dai sapiens, che hanno determinato la scomparsa dei primi [8]. In realtà una pandemia necessita di una densità di popolazione elevata per la diffusione degli agenti patogeni e presuppone un contatto stretto fra i due gruppi umani. Le popolazioni neandertaliane (come quelle dei sapiens) non erano così ampie e diffuse da facilitare il propagarsi di una epidemia su vasta scala in Europa, ma anche in Asia. Inoltre, sono ancora oggetto di discussione le modalità di interazione tra i sapiens e i neandertaliani.

Un'altra ipotesi, detta della "sostituzione competitiva", sostiene che anche un leggero vantaggio competitivo e tecnologico da parte degli uomini anatomicamente moderni potrebbe spiegare la "sostituzione" con i neandertaliani anche in un arco temporale di oltre 10.000 anni [9]. Questa ipotesi è stata proposta per la prima volta dal paleontologo francese Marcellin Boule nel 1912. Un altro sostenitore della "sostituzione competitiva" è Jared Diamond, secondo cui la sostituzione del neandertal da parte dei sapiens è stata simile ai moderni genocidi, che si verificano ogni volta che popoli con tecnologia più avanzata invadono il territorio di popoli con tecnologia più primitiva [8]. In realtà, la superiorità tecnologica dei primi uomini moderni è tutta da dimostrare, alla luce del fatto che anche i neandertaliani avevano introdotto elementi di novità nella loro "cultura", come l'uso di osso per costruire strumenti, dell'ocra, strumenti litici con tecnologia paragonabile a quella del sapiens. Inoltre, ad oggi non ci sono evidenze archeologiche e paleontologiche di omicidi di massa (ci sono pochissimi reperti neandertaliani che mostrano segni di traumi riconducibili ad episodi di violenza). Un'ipotesi alternativa è stata pubblicata nel 2006 da due antropologi della University of Arizona. In sintesi gli autori sostengono che nei neandertaliani non esisteva una divisione del lavoro tra i maschi e le femmine: entrambi partecipavano in maniera

eguale alle attività del gruppo, come alla caccia di mammiferi di medie e grandi dimensioni, per esempio ai bisonti, cervi, gazzelle e cavalli. La conseguenza negativa per i neandertaliani fu che la relativa mancanza di divisione del lavoro all'interno del gruppo ha portato a uno scarso utilizzo di tutte le altre risorse alimentari presenti sul territorio, a differenza dei sapiens nei quali i maschi erano dediti alla caccia e le femmine alla raccolta. Questa differenza nell'organizzazione dei gruppi tra le due specie ha determinato un vantaggio all'uomo anatomicamente moderno e ha causato la scomparsa dei neandertaliani [10]. Alcuni ricercatori hanno formulato un'altra ipotesi per spiegare l'estinzione del neandertal, adducendo la causa principale ad una differenza nella morfologia corporea tra i due tipi umani. In pratica il corpo dei neandertaliani era più tarchiato con arti più corti, per cui non potevano correre veloce come i sapiens, e che avrebbero consumato il 30% in più di energia nell'attività motoria normale e in corsa [11]. Questa differenza avrebbe costituito uno svantaggio per i neandertaliani nel procacciarsi il cibo o altre materie prime per la costruzione di strumenti, determinandone l'estinzione. Un'altra ipotesi chiama in causa le diverse strategie di caccia adottate da *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*. L'uomo di neandertal cacciava prevalentemente mammiferi di medie e grandi dimensioni, come si evince dalle evidenze archeozoologiche, dall'analisi degli isotopi stabili e dagli studi delle microsure dentarie. Tuttavia, studi recenti hanno messo in evidenza una dieta più ampia, con consumo anche di risorse marine e vegetali. *Homo sapiens* è conosciuto come una specie ad ampio spettro alimentare, capace di sfruttare al meglio le risorse disponibili. Per quanto riguarda le strategie di caccia, la tipologia dei traumi delle ossa riscontrate nei reperti neandertaliani e il tipo di strumenti utilizzati hanno fatto ipotizzare una caccia di tipo "ravvicinato", nella quale i neandertaliani adottavano una strategia che prevedeva l'abbattimento della preda da breve distanza, presumibilmente conficcando direttamente la lancia nel corpo dell'animale. L'uomo attuale, al contrario, sembra aver adottato una strategia diversa e meno rischiosa e che prevedeva anche l'inseguimento delle prede: l'animale veniva abbattuto con il lancio di giavellotti ad una distanza tale da non rischiare di rimanere ferito o ucciso come nel caso dei neandertaliani.

Quest'ultima strategia potrebbe aver rappresentato un vantaggio selettivo che ha determinato il successo della nostra specie e la scomparsa del neandertal. Inoltre, alcuni studiosi, tra cui Pat Shipman della Pennsylvania State University negli Stati Uniti, sostengono che l'addomesticamento del cane ha dato all'uomo moderno un vantaggio nell'attività venatoria. [12] Infatti, i più antichi resti di cani domestici sono stati trovati in Belgio (31.700 BP) e in Siberia (33.000 BP) [13]. In particolare uno studio sulle prede cacciate dai neandertaliani e i sapiens nella penisola iberica ha messo in evidenza che i secondi, con la scomparsa dei mammiferi di grandi e medie dimensioni, si sono adattati a cacciare animali di dimensioni minori, in particolare il coniglio. Questo adattamento non è stato osservato nei neandertaliani, per cui potrebbe essere stata causa della loro scomparsa [14]. Altre ipotesi per spiegare la scomparsa del neandertal chiamano in causa il cambiamento climatico. Uno studio recente ha evidenziato che una serie di grandi eruzioni vulcaniche, 40 mila anni BP, che ha interessato una vasta area geografica tra l'Italia e la Montagne del Caucaso [15]. Questo fenomeno ha avuto un impatto importante negli ecosistemi con riduzione di quelle specie vegetali, come emerso dalle analisi degli strati di sedimenti a Mezmaiskaya Cave dove si osserva una grave riduzione del polline delle piante, che costituivano il cibo delle prede dei neandertaliani, contribuendo al declino di questa specie umana per la scomparsa delle sue prede abituali [16]. In pratica i neandertaliani, pur probabilmente confezionando vestiti per proteggersi dalle rigidità del clima, non furono in grado di adattarsi quando l'Europa si trasformò praticamente in una steppa a vegetazione rada e semi-desertica durante i periodi più freddi. Questo tipo di ambiente comporta una strategia di caccia diversa (con cambio anche delle specie predate) da quella praticata dai neandertaliani e richiede più energia per muoversi e catturare le prede. In conclusione i neandertaliani non furono in grado di competere con i sapiens in questo nuovo tipo habitat e si estinsero nel giro di qualche migliaio di anni. Una ricerca recente ha messo in evidenza le differenze che ci sono tra neandertal e sapiens nelle dimensioni delle cavità oculari (più grandi nei primi). Gli autori dello studio hanno ipotizzato una differenza nella rielaborazione delle immagini da parte dei due tipi umani, con un maggior

tempo impiegato nel processo da parte dei neandertaliani e, conseguentemente, con meno tempo per costruire network di tipo sociale con gli individui dello stesso gruppo. In altre parole, l'organizzazione del cervello degli uomini moderni permette una costruzione più ampia e complessa di una rete sociale con gli individui del gruppo di appartenenza. I gruppi dei sapiens sarebbero stati, quindi, più numerosi rispetto a quelli dei neandertaliani, determinando un vantaggio selettivo nei primi rispetto ai secondi [17].

Discussione e conclusioni

Per oltre un secolo gli studiosi hanno cercato di far luce sulla scomparsa dell'uomo di neandertal. Il ritrovamento di nuovi reperti e il progredire delle tecniche di indagine hanno messo in evidenza la complessità delle interazioni tra i diversi tipi umani durante il Paleolitico, la ricchezza delle loro culture e la varietà delle strategie di sussistenza. Tuttavia, sono emerse anche differenze, all'apparenza minime, ma che devono essere state decisive per la scomparsa dei neandertaliani e degli altri esseri umani non appartenenti alla nostra specie. In particolare, le strategie di sussistenza dei neandertaliani erano basate sulla caccia, preferibilmente di ungulati di medie e grandi dimensioni. La dieta dei neandertaliani si presentava, comunque variabile sia da un punto di vista cronologico che geografico. In un periodo antecedente ai 50000 anni da oggi l'alimentazione prevalente sembra essere stata carnea. Nel periodo seguente la dieta si diversifica: i neandertaliani utilizzano anche altre risorse (molluschi, pesci, rettili, uccelli) come evidenziano i resti archeologici dalla Grotta di Vanguard e Torre del Diavolo a Gibilterra e Grotta Moscerini in Italia. Il fenomeno sembra interessare maggiormente l'Europa meridionale, dove i neandertaliani si sono estinti più recentemente. L'analisi delle microsure dentarie della mandibola del così detto "bambino di Gibilterra" ha evidenziato una dieta prevalentemente carnivora, come quella degli Eskimesi e dei Fuegini. Una conferma agli studi di antropologia dentaria sono venuti dall'analisi degli isotopi stabili condotti sui reperti neandertaliani provenienti da Marillac e Saint Césaire (Francia), Scladina (Belgio), Vindija (Croazia). Quella di neandertal sembra essere stata una

specie ai vertici della piramide ecologica, cacciando principalmente prede di grandi e medie dimensioni, anche se, probabilmente, utilizzava alimenti di origine vegetale [18]. Lo studio della traumatologia dei neandertaliani suggerisce, inoltre, una strategia di caccia di tipo "ravvicinato": i neandertaliani probabilmente affrontavano le prede a breve distanza. Una conferma agli studi paleopatologici viene dal confronto dei manufatti, interpretati come punte di lance, attribuiti ai neandertaliani e quelli prodotti dai sapiens. Le punte litiche del Paleolitico medio sono differenti nell'aerodinamica e nella media dell'energia cinetica che liberano all'impatto di quelle in osso e in materiale litico prodotte nel Paleolitico superiore. Le prime sono più efficaci (bassa velocità, ma alta penetrazione) a brevi distanze, mentre le seconde in grado di colpire mortalmente un animale se lanciate da distanze maggiori e con maggiore velocità [19].

Partendo dai dati sopra esposti è possibile formulare un'ipotesi che spieghi l'estinzione di *Homo neanderthalensis* attraverso l'integrazione dei dati acquisiti fino ad oggi. Ovviamente, per convalidare o no quest'ipotesi saranno necessari ulteriori studi, specialmente da un punto di vista archeologico e paleo climatico. L'estinzione fa parte dell'evoluzione biologica; è un fenomeno naturale ed inevitabile. La scomparsa di una specie è più probabile se si verificano alcune condizioni: un areale di distribuzione limitato (all'apparenza *Homo neanderthalensis* aveva una distribuzione geografica molto ampia, tuttavia, è necessario stabilire l'effettiva distribuzione e densità della specie nel periodo di "contatto" con *Homo sapiens*), popolazioni di piccole dimensioni e quindi caratterizzate da un importante fenomeno di deriva genetica, un ciclo biologico lungo, una spiccata specializzazione, una posizione elevata nella catena trofica, l'arrivo di una specie esotica che occupi la stessa nicchia ecologica. In quest'ultimo caso, l'estinzione di una specie è seguita dalla sostituzione con la specie nuova, che spesso è morfologicamente simile, come può essersi verificato nel caso di *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*.

In Italia esistono numerose evidenze paleontologiche e archeologiche che testimoniano la presenza prima dei neandertaliani e successivamente dei sapiens. Di particolare interesse sono alcuni siti della Campania e della Puglia, che hanno dato resti umani e archeologici delle due

specie in un periodo a cavallo dei 30.000 anni fa a ridosso della scomparsa di *Homo neanderthalensis*. Il comportamento di questi ultimi neandertaliani "italici" sembra essere stato simile a quello dei gruppi che vissero più o meno nello stesso periodo nel sud della Spagna, sia per quanto riguarda la dieta che la cultura materiale. Tuttavia, nei siti dell'Italia meridionale non sono emerse evidenze di interazione tra le due specie, al contrario di quanto è emerso da una ricerca recente su una mandibola rinvenuta nel 1957 nel Riparo Mezzena nei Monti Lessini. Questo reperto secondo gli autori rappresenterebbe i resti di un individuo ibrido delle due specie [20]. In Toscana e nella provincia di Livorno sono stati trovati esclusivamente testimonianze della cultura litica neandertaliana (eccetto il femore incompleto di bambino, rinvenuto nella Buca del tasso sopra Camaiore in provincia di Lucca) e non sono evidenti interazioni con gli uomini anatomicamente moderni. Tuttavia, uno studio recente ha messo in evidenza che tra tutte le popolazioni analizzate il genoma dei toscani sia quello che ha integrato più geni neandertaliani [21].

L'uomo anatomicamente moderno giunse in Europa oltre 40 mila anni fa e ha convissuto con i neandertaliani per più di 10 mila anni. Le due specie di *Homo* presentassero sistemi di sussistenza leggermente diverse. È difficile stabilire se c'è stata una competizione diretta tra neandertaliani e uomini anatomicamente moderni e, in caso affermativo, il grado. Tuttavia, l'arrivo in Europa di *Homo sapiens* e la scomparsa dei neandertaliani sembrano essere fenomeni fortemente collegati. Probabilmente diversi fattori possono aver agito in sequenza e/o in concomitanza. I dati che hanno permesso la ricostruzione delle strategie di sussistenza dei neandertaliani hanno evidenziato il loro ruolo di superpredatori nell'ecosistema. I mutamenti climatici, più o meno repentini, registrati in quel periodo, possono aver determinato modifiche importanti negli ecosistemi, la rarefazione o la scomparsa di alcune prede preferenziali dei neandertaliani e/o la diminuzione del territorio a disposizione, con conseguente riduzione della popolazione e "ritiro" in aree rifugio climaticamente adeguate. La recente ricerca sulle differenze nel sistema visivo dei neandertaliani e dei *sapiens* potrebbe fornire un'ulteriore spiegazione alla scomparsa del neandertal. Infatti, si può ipotizzare che i neandertaliani fossero adatti ad una

caccia in condizioni di luce bassa. Una strategia di caccia ravvicinata, basata sull'agguato, è più efficace nelle ore notturne o di minor illuminazione. Inoltre, le prede abituali dei neandertaliani erano tipiche di un habitat di foresta dove la penombra costituisce la condizione di luce normale. Il peggioramento climatico, dovuto anche forse a eruzioni vulcaniche potenti, ha determinato un cambiamento importante negli habitat dell'emisfero settentrionale con la diffusione di praterie e tundre. In questo ambiente i *sapiens*, più adatti alla corsa e alla caccia a distanza possono aver avuto un vantaggio importante sui neandertaliani. In questa situazione quest'ultimi possono aver adottato strategie alimentari diverse (specialmente nelle regioni meridionali dell'Europa), adattamento che ha permesso ad alcuni gruppi di sopravvivere più a lungo. È possibile che l'arrivo e la presenza della nostra specie abbia di fatto impedito alle popolazioni neandertaliane l'accesso a risorse alimentari abituali e/o alternative, già sfruttate da *Homo neanderthalensis*. Inoltre, una piccola differenza nel tasso di mortalità tra le due specie può essere stata sufficiente per determinare l'estinzione dei neandertal. Nel caso dei neandertaliani e dei *sapiens*, il fenomeno può essere stato determinato da diversi fattori. Uno di questi può essere individuato in differenze minime nel comportamento alimentare che hanno favorito la nostra specie, ovvero l'inizio di un'alimentazione ad "ampio spettro". L'altra causa può essere attribuita alla diversa strategia di caccia: quella praticata dai neandertaliani (a breve distanza e/o ravvicinata) potrebbe avere avuto un rischio più alto, con un numero maggiore di incidenti più o meno gravi, rispetto a quella praticata dagli uomini anatomicamente moderni (a maggiore distanza). In conclusione possiamo ipotizzare che un'insieme di fattori climatici, biologici, comportamentali e culturali abbiano determinato il declino, l'isolamento genetico in piccoli gruppi e, infine, l'estinzione della specie neandertaliana.

Bibliografia

- [1] F. Mallegni (a cura di), Come eravamo. L'Uomo Guarguaglini. Pisa: 2004.
- [2] I. Tattersal. I signori del pianeta. Codice Edizione. Torino, 2013.
- [3] R.E. Green *et al.*, Science, 2010, 328: 710.

- 
- 
- 
- [4] D. Reich *et al.*, *Nature*, 2010, 468: 1053.
[5] C. Finlayson *et al.*, *Nature*, 2006, 443: 850.
[6] B. Gravina, P. Mellars, C.B. Ramsey, *Nature*, 2005, 438: 51.
[7] Z. João *et al.*, *PNAS*, 103: 12643.
[8] J. Diamond, *The third chimpanzee*, Harper Collins, New York, 1992.
[9] W.E. Banks *et al.*, *PLoS ONE*, 2008, 3: 3972.
[10] S.L. Kuhn, M.C. Stiner, *Current Anthropology*, 2006, 47: 953
[11] K. Steudel-Numbers, T. Weaver, C.M. Wall-Scheffler, *JHE*, 2007, 53: 191.
[12] P. Shipman, *American scientist*, 2012, 100: 198.
[13] M. Germonpré, *et al.*, *J.A.S.*, 2009, 36: 473.
[14] J. Fa, J. Stewart, L. Lloveras, J. Vargas, J.H.E 2013, 64: 233.
[15] J. Lowe *et al.*, *PNAS*, 2012, 109: 13532.
[16] I. Gilligan, *World Archaeology*, 2007, 39: 499.
[17] E. Pearce, C. Stringer, R. Dunbar, 2013, *Proc. of the Royal Society B: Biol. Sc.*, 280: 1758.
[18] E. Carnieri *et al.*, 2005, *Quad. Mus. St. Nat. Livorno*, 18: 19.
[19] J. Shea, in H. Knecht (Ed.) *Projectile technology: Archaeological and ethnoarchaeological perspectives*, 1997, p. 79, New York: Plenum Press.
[20] S. Condemi *et al.*, 2013, *PLoS ONE*, 8: 59781.
[21] http://www.johnhawks.net/weblog/reviews/neandertals/neandertal_dna/1000-genomes-introgression-among-populations-2012.html

Note sulla presenza di *Testudo hermanni* (Gmelin 1789) sui Monti Livornesi

Franco Sammartino^{1*}, Sara Lefosse^{2,3}

Parole chiave: testuggine, Monti Livornesi, distribuzione

La distribuzione delle testuggini in Italia è stata modificata dall'uomo nel corso dei secoli; infatti all'autoctona Testudo hermanni hermanni si sono aggiunte T. hermanni boettgeri, T. graeca e T. marginata. La competizione e l'inquinamento genetico con esemplari introdotti sono alcune delle minacce che gravano sulle popolazioni autoctone. Inoltre, l'areale originario ha subito contrazioni a causa della riduzione degli habitat che, insieme alla predazione delle uova e dei giovani e al prelievo indiscriminato da parte dell'uomo, rappresentano le principali cause della rarefazione di questa specie. In Toscana T. h. hermanni risulta in calo su tutto il territorio e abbastanza comune solo nelle aree costiere protette. A causa di possibili fenomeni di ibridazione è difficile stabilire quali popolazioni siano davvero autoctone. Sui Monti Livornesi T. h. hermanni risulta presente in una delle 4 particelle U.T.M. in cui è suddivisa l'area. Nel corso di alcune indagini, condotte tra il 2004 e il 2009, sono stati ritrovati 13 esemplari, alcuni anche in una particella U.T.M. dove la specie non era segnalata. Inoltre è stata rinvenuta una femmina di T. marginata, anch'essa non ancora riportata per questa zona. Per adottare misure di conservazione adeguate sarà necessario comprendere l'origine (attraverso studi molecolari) e lo stato di questa popolazione.

Introduzione

La distribuzione delle Testuggini europee è stata fortemente modificata dall'uomo nel corso dei secoli, attraverso traslocazioni e introduzioni di popolazioni alloctone. Ad esempio in Italia si possono trovare esemplari isolati o popolazioni naturalizzate di *Testudo marginata* Schoepff 1792, di origine balcanica, e *Testudo graeca* Linnaeus 1758, presente in Nord Africa, sud della Spagna, parte della penisola Balcanica, Romania meridionale, parte della Bulgaria e Asia sud-occidentale; si tratta di esemplari sicuramente introdotti o in alcuni casi di origine incerta [1]. In Sardegna *Testudo marginata* è stata probabilmente introdotta prima del XVIII secolo [2], differenziandosi in seguito, fino a costituire una sottospecie a sé stante (*Testudo marginata sarda* Mayer, 1992). L'unica specie endemica italiana è *Testudo hermanni* Gmelin 1789, presente in gran parte dell'Europa mediterranea; le popolazioni italiane autoctone deriverebbero dalla

radiazione di esemplari da rifugi Pleistocenici situati in sud Italia, dopo l'ultima glaciazione Würmiana [3].

Gli adulti delle tre specie si possono distinguere in base ad alcune caratteristiche morfologiche: ad esempio *T. hermanni* ha il carapace molto arcuato, generalmente con due placche

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, via Roma 234 Livorno

² Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, via F. De' Pisis 24 Ferrara;

e-mail: sara_lf@yahoo.it;

³ GAUM – gruppo aree umide minori, Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, via Monte alla rena 41-43 Rosignano Solvay.

* e-mail: fsammartino@alice.it

sopracaudali (sono infatti stati ritrovati anche esemplari con una sola placca [4]) e possiede un astuccio corneo all'apice della coda; *T. marginata* e *T. graeca*, al contrario, non hanno l'astuccio corneo e hanno una sola placca sopracaudale. Inoltre *T. marginata* ha la parte posteriore del carapace tipicamente allargata a campana, con colorazione nel complesso generalmente più scura rispetto alle altre due specie e caratterizzata dalla presenza di macchie subtriangolari. Gli ambienti che occupano le tre specie sono grossomodo gli stessi: macchia mediterranea o boscaglia, zone arbustive con piccoli cespugli e rovi, boschi aperti, zone dunali, ma anche campi coltivati o incolti.

Testudo hermanni comprende due sottospecie: *T. hermanni hermanni* che occupa l'Europa occidentale, e *T. hermanni boettgeri*, nella zona orientale, dai Balcani alla Turchia europea. Esse si differenziano principalmente per la forma del carapace, trapezoidale in *boettgeri* e ovoidale in *hermanni*; quest'ultima, inoltre, presenta marcate bande nere longitudinali sul piastrone. Sulla base di studi molecolari e morfologici alcuni autori [5, 6] hanno proposto che le sottospecie siano elevate a specie e che le popolazioni della costa balcanica e della Grecia nord-occidentale siano considerate come una nuova specie, *T. hercegovinensis*, ma non tutti sono concordi con questa nuova suddivisione [7]. In Italia, oltre all'introduzione delle due specie alloctone, è stata introdotta *T. hermanni* in zone in cui non era presente (ad esempio, per quanto riguarda la Toscana, nelle isole dell'arcipelago e in alcune zone dell'interno, e probabilmente nella costa settentrionale e sull'Isola d'Elba [2]), e in alcuni casi è stata introdotta la sottospecie orientale, *T. h. boettgeri*. La presenza della sottospecie orientale e delle specie alloctone è riconosciuta come una delle cause di declino delle popolazioni endemiche per via della competizione per le risorse e di possibili fenomeni di inquinamento genetico [1, 2]. Per questo motivo, per preservare le popolazioni autoctone, sarebbe necessario eseguire delle analisi genetiche sulle popolazioni esistenti al fine di individuare quelle alloctone o ibride [8].

Le testuggini sono attive dall'inizio della primavera, quando la temperatura diventa ottimale per il loro metabolismo e avviene la riproduzione, mentre svernano sottoterra, sotto strati di materiale vegetale o sassi. Caratteri sessuali

facilmente distinguibili sono la coda ed il piastrone: il maschio ha coda robusta, lunga e più grossa alla base, e piastrone concavo, mentre la femmina ha coda più piccola e corta, e piastrone piatto. A parità di età, la femmina è sempre più grossa del maschio.

La testuggine di Hermann è protetta da alcuni decenni da leggi e trattati internazionali (C.I.T.E.S., Convenzione di Berna, Direttiva Habitat, allegato A Legge Regionale Toscana 56/2000); secondo quanto riportato dalla IUCN le popolazioni sono in declino e la specie è classificata nella categoria *endangered*. Le principali minacce per la specie sono rappresentate dalle modificazioni ambientali causate dall'agricoltura e dall'edificazione, dagli incendi, dalla predazione dei giovani e delle uova, oltre che dal prelievo indiscriminato da parte dell'uomo e, come già ricordato, dalle introduzioni di testuggini alloctone [1, 2]. Se fino agli anni '90 venivano descritte popolazioni consistenti nelle province di Livorno e Grosseto [9], attualmente la specie risulta in sensibile calo in tutta la Toscana e abbastanza comune solo nelle aree costiere protette [2]. Inoltre è inserita nella lista di attenzione di RE.NATO, in cui sono elencate le specie di interesse conservazionistico in base a rarità, endemicità e livello di minaccia [10]. Per quanto riguarda i Monti Livornesi (le colline comprese tra Livorno, Collesalveti e Rosignano Marittimo) è difficile trovare testimonianze della loro presenza. Fino agli anni '60 le testuggini sembravano piuttosto frequenti, anche in aree retrodunali nella parte occidentale di quest'area, mentre col tempo è diventato sempre più difficile avvistarle (F. Sammartino, non pubblicato). I dati noti per questa zona ne indicano la presenza soltanto per la parte settentrionale che corrisponde ad una particella U.T.M. [2, 11, 12]. Lo scopo di questo lavoro è stato raccogliere i dati rilevati nel corso di indagini naturalistiche svolte per sei anni, per avere un primo quadro conoscitivo dell'attuale distribuzione di questa specie in una zona in generale poco studiata, come quella dei Monti Livornesi.

Materiali e Metodi

Sono stati messi insieme i dati su *Testudo hermanni* raccolti nel corso di indagini naturalistiche condotte in località differenti dei Monti Livornesi



Figura 1: *Testudo hermanni*. Esemplare subadulto fotografato nel corso delle ricerche naturalistiche condotte sui Monti Livornesi (Foto F. Sammartino).

tra il 2004 e il 2009. A tutela della popolazione non forniremo informazioni dettagliate dei siti dove sono stati osservati gli esemplari, ma soltanto la loro collocazione nel reticolo U.T.M.. Le indagini hanno interessato tutte le particelle U.T.M. che compongono l'area (4), negli ambienti idonei alla presenza della specie, quali garighe e radure assolate al limitare dei boschi, pinete e sugherete, e aree retrodunali rimaste. Le ricerche sono state condotte per lo più in primavera. Su ogni esemplare intercettato tra gli anni 2006-2009 è stata applicata una piccola macchia di colore per il riconoscimento in caso di riavvistamento nel periodo delle indagini.

Risultati

In totale sono state effettuate 114 uscite, in cui sono stati esaminati 25 siti. Gli esemplari sono stati rinvenuti in 5 siti, di cui 2 ricadono nella particella U.T.M. 32T PP12-Livorno e 3 nella particella 32T PP11-Livorno. Quest'ultima rappresenta un dato

nuovo, poiché non inclusa nella distribuzione regionale di questa specie. Nessun esemplare è stato rinvenuto nelle zone retrodunali. Gli esemplari avvistati sono stati in tutto 13 (oltre a 25 riavvistamenti) di entrambi i sessi, sia adulti che subadulti e giovani (Figure 1 e 2).

L'esemplare di dimensioni maggiori è risultato essere una femmina di 18,2 cm, di circa cinquant'anni d'età.

È stata comunicata la presenza di un esemplare solitario nei pressi di Rosignano Marittimo (comunicazione personale ad uno degli autori di Marcello Santinelli), ma nel corso delle nostre indagini non sono stati trovati esemplari. Possiamo inoltre segnalare il ritrovamento di parti di scheletro di un esemplare adulto nel 1992 a monte della zona costiera di Calafuria, in un'area fortemente colpita due anni prima da un incendio. La conferma della presenza della specie in queste due località amplirebbe la distribuzione nota, poiché si tratta di nuove particelle U.T.M. (Figura 3).

Infine riportiamo il rinvenimento di una femmina isolata di *Testudo marginata* di 21,2 cm, con



Figura 2: *Testudo hermanni*. Maschio adulto fotografato nel corso delle ricerche naturalistiche condotte sui Monti Livornesi. (Foto F. Sammartino)

carapace molto usurato, il 14 maggio 2004 nella bassa Valle del Rio Popogna (particella 32T PP11-Livorno).

Osservazioni

Durante i periodi più caldi l'interesse per le radure sembra lasciare posto a quello per la macchia più alta. È facilmente intuibile come ciò possa essere legato ad una maggiore facilità di riscaldarsi per attivare il metabolismo, viste le alte temperature che consentono di evitare una prolungata esposizione al sole (*basking*). Ad esempio è stato rilevato, per una popolazione del sud Italia, come il *basking* sia l'attività principale in maggio-giugno e settembre [13].

La dieta di *T. hermanni* è molto varia e costituita soprattutto da vegetali, ma anche da invertebrati [2, 8]. In anni e periodi diversi sono state effettuate alcune osservazioni sull'alimentazione della popolazione dei Monti Livornesi; gli esemplari

sono stati osservati mentre mangiavano foglie di *Potentilla reptans* L., *Plantago lanceolata* L., *Trifolium pratense* L., *Taraxacum officinale* Weber e leguminose, *Stellaria media* L. e bacche di *Prunus spinosa* L., *Arenaria serpyllifolia* L., bacche di *Cornus mas* L e foglie di *Clematis flammula* L., bacche di *Rosa canina* L. e cappello di *Xerocomus subtomentosus* L. In due sole occasioni sono stati osservati due esemplari adulti cibarsi di escrementi secchi di ungulati.

Conclusioni

Con questa segnalazione viene ampliata la conoscenza della presenza di *Testudo hermanni* attraverso un dato inedito che corrisponde ad una particella U.T.M. finora non inclusa nelle cartine di distribuzione della specie.

Se da un lato i ritrovamenti effettuati rappresentano un fatto positivo, evidenziano nello stesso tempo l'esigenza di approfondire le ricerche per

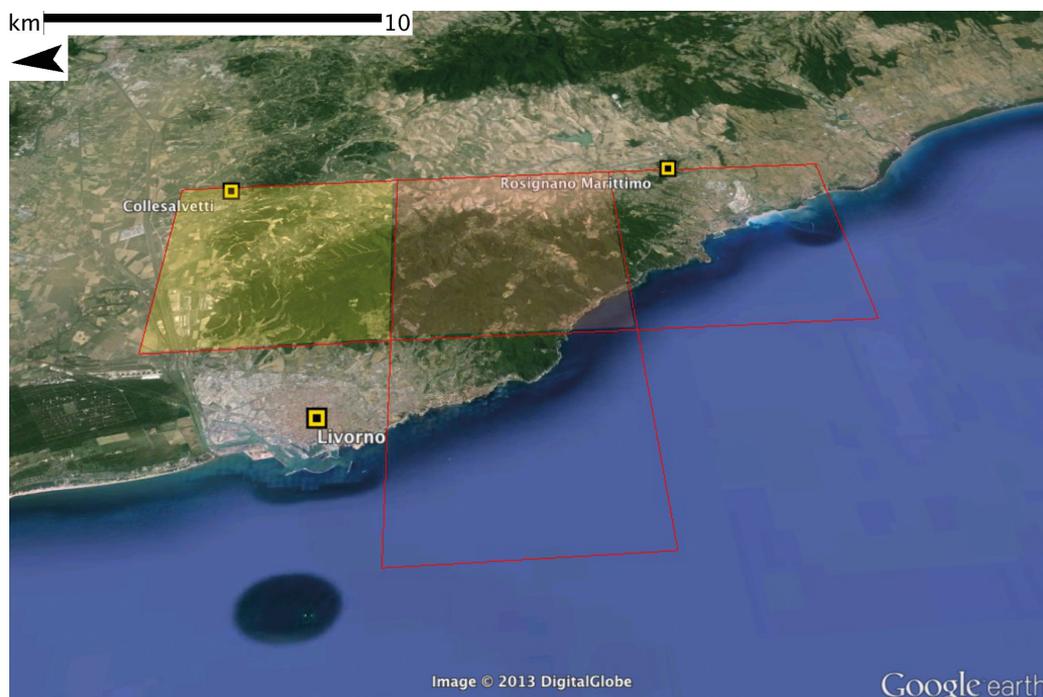


Figura 3: Reticolo U.T.M. dei Monti Livornesi. In evidenza la particella nota per *Testudo hermanni* (in giallo) e quella nuova (che corrisponde anche alla particella dove è stata avvistata *Testudo marginata*, in arancione)

avere un quadro più completo della popolazione, visto lo stato di criticità in cui versa questa specie in tutto il suo areale di distribuzione. Gli avvistamenti effettuati solamente in 5 siti, non precludono la presenza di questo rettile anche in altre zone dei Monti Livornesi, poiché sarebbe necessario un maggior numero di uscite e per un periodo più prolungato durante la stagione di attività della specie.

Anche l'avvistamento di *T. marginata* rappresenta un nuovo dato in Toscana (il luogo più vicino ai Monti Livornesi conosciuto finora era nei dintorni di Cecina [2]) ed è indicativo di un intervento umano sulla situazione originaria.

Per questo motivo e per quanto riportato in precedenza, bisognerebbe studiare aspetti quali densità, sex ratio e successo riproduttivo di questa popolazione di *Testudo hermanni* per capire lo stato in cui si trova, effettuare delle indagini genetiche per stabilirne la tassonomia e mettere quindi in campo misure adeguate di tutela [8].

Ringraziamenti

Ringraziamo Alessandro Riga per la rilettura critica del testo e l'elaborazione della figura dei Monti Livornesi.

Bibliografia

- [1] International Union for Conservation of Nature: <http://www.iucn.org/>
- [2] S. Vanni, A. Nistri, Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana. Edizioni Regione Toscana. Firenze: 2006.
- [3] A.C. Van der Kuyl, D.L.Ph. Ballasina, J.T. Dekker, J. Maas, R.E. Willemsen, J. Goudsmit, Mol. Phylogenet. Evol. 2002, 22(2): 174.
- [4] K Ljubisavljević, G. Džukić, T.D. Vukov, M.L. Kalezić, Acta Herpetologica 2012, 7(2): 253.
- [5] J Perälä, Chelonii 2002, 3: 40.
- [6] J. Perälä, Manouria 2004, 7(22): 19.

- [7] U. Fritz, M. Auer, A. Bertolero, M. Cheylan, T. Fattizzo, A.K. Hundsdörfer, M.M. Sampayo, J.L. Petrus, P. Široký, M. Wink, *Zoologica Scripta* 2006, 35(5): 531.
- [8] S. Mazzotti, *Ital. J. Zool.* 2004, 71(1): 97.
- [9] S. Frisenda, D. Ballasina, *Bull. Soc. Herp. Fr.* 1990, 53: 18.
- [10] Regione Toscana: http://www.regione.toscana.it/documents/10180/392141/RENATO_Liste%20di%20attenzione/d78a3f14-a881-4395-bc4e-03db22db0f74
- [11] R. Sindaco, G. Doria, E. Razzetti, F. Bernini, *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia / Atlas of Italian Amphibians and Reptiles*. Societas Herpetologica Italica. Edizioni Polistampa. Firenze: 2006.
- [12] S. Ruffo, F. Stoch, Checklist and distribution of the Italian fauna. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 2.Serie, Sezione Scienze della Vita 17: 2006.
- [13] A. Loy, C. Cianfrani, *Ethol. Ecol. Evol.* 2010, 22(1):1.

Ruolo del sistema immunitario sociale dell'*Apis mellifera* L. contro la Peste Americana: un nuovo approccio contro *Paenibacillus larvae*

Simona Sagona¹, Barbara Turchi¹, Matteo Giusti¹, Beatrice Torracca¹, Filippo Fratini¹, Roberta Nuvoloni¹, Domenico Cerri¹, Antonio Felicioli¹

Parole chiave: *Apis mellifera*, biochimica, sistema immunitario, glucosio ossidasi, Peste Americana

L'Apis mellifera è considerata dal punto di vista biologico un superorganismo. Per questo il sistema immunitario nell'A. mellifera include sia un sistema immunitario innato che uno di tipo sociale. Quest'ultimo comprende alcuni comportamenti igienici dell'ape e l'attività della glucosio ossidasi (GOX), un enzima prodotto dalle ghiandole ipofaringee di api operaie. I comportamenti igienici sono rappresentati dal grooming (spidocchiamento), dall'utilizzo della propoli, dall'eliminazione di larve infette e dal suicidio di api foraggiatrici contaminate. La GOX è prodotta soprattutto dalle api nutrici, riversata nella gelatina reale e nel miele, e provoca l'ossidazione del D-glucosio con formazione di acido gluconico e perossido di idrogeno. La Peste Americana è una malattia della covata causata da Paenibacillus larvae, un batterio Gram+, sporigeno, anaerobio facoltativo. La diffusione di questo batterio tra un'arnia e l'altra avviene attraverso le spore che sono veicolate mediante i comportamenti tipici delle api e gli strumenti dell'apicoltore. P. larvae viene ingerito sotto forma di spora dalla larva a 24 ore dalla schiusa e germina nell'intestino medio, dove rimane fino all'opercolatura della cella. In tali condizioni di microaerofilia P. larvae, dotato di flagelli, riesce a diffondersi nell'organismo e a causare setticemia. Molti composti sono stati testati contro il batterio (antibiotici, oli essenziali e la propoli), ma ad oggi ancora non esistono soluzioni in grado di contrastare in maniera efficace questa patologia. Secondo il regolamento di Polizia Veterinaria in presenza di Peste Americana è obbligatorio bruciare la famiglia, gli elementi dell'arnia e sterilizzare la strumentazione utilizzata. La presente ricerca ha investigato gli effetti inibitori della glucosio ossidasi e dei prodotti della sua attività nei confronti della forma vegetativa di P. larvae. Per ciascun composto sono state determinate la Minima Concentrazione Inibente (M.I.C.) e la Minima Concentrazione Battericida (M.B.C.). È stata inoltre calcolata la percentuale di sopravvivenza a seguito di esposizione a concentrazioni equivalenti al valore di MIC determinato per ciascun composto. Dai primi risultati ottenuti è stata confermata la potenzialità inibente del sistema immunitario sociale contro P. larvae.

Introduzione

La Peste Americana è una grave patologia della covata, altamente contagiosa, che affligge le larve di *Apis mellifera*, creando consistenti danni all'apicoltura. L'agente eziologico è *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* (White), un batterio Gram positivo, sporigeno, anaerobio facoltativo, flagellato, che misura 2-5 micron di lunghezza e 0.5-0.8 micron di larghezza [1].

P. larvae viene ingerito dalle larve entro 24 ore dalla schiusa sotto forma di spora ovoidale e germina all'interno dell'apparato digerente [2]. In questa prima fase del processo di infezione il batterio non danneggia il tessuto epiteliale circostante, ma prolifera in maniera massiva, suggerendo l'utilizzo da parte di *P. larvae* dei nutrienti propri dell'alimentazione larvale [3]. Al momento in cui avviene l'opercolatura della celletta si creano le condizioni di microaerofilia ottimali per *P. larvae*

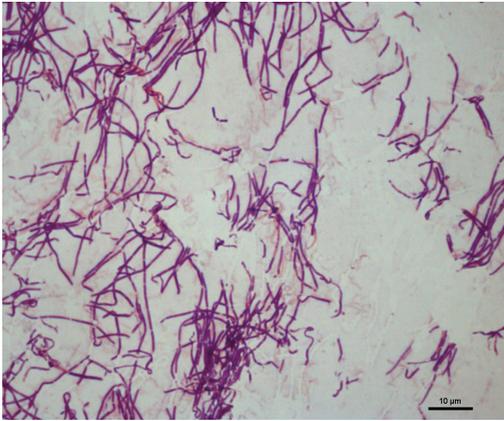


Figura 1: *Paenibacillus larvae* al microscopio (100×) colorazione metodo di Gram (fotografia di Simona Sagona).

che passa alla seconda fase dell'infezione, rompe l'epitelio e invade l'emocele. Per mezzo dei flagelli di cui è munito, *P. larvae* va a diffondersi in tutta la larva provocando setticemia. La larva assume una forma filante ed un odore caratteristico ed è grazie a queste peculiarità che l'apicoltore può allarmarsi per la presenza della malattia. Al momento della morte della larva, *P. larvae* assume la forma di spora e può così essere trasmesso sia verticalmente [4], all'interno della colonia, che orizzontalmente [5] tra colonie diverse mediante le comuni abitudini delle api e le pratiche apistiche.

L.A. mellifera dal punto di vista immunitario presenta due armi di difesa: il sistema immunitario innato e il sistema immunitario sociale [6]. Il sistema immunitario innato comprende gli emociti e la fenolossidasi, un enzima coinvolto in una cascata di eventi con prodotto finale la melanina, essenziale per i processi di incapsulamento e formazione di noduli contro i patogeni [7]. Il sistema immunitario sociale comprende alcuni comportamenti igienici e la produzione da parte delle ghiandole ipofaringee dell'enzima glucosio ossidasi [8]. I comportamenti igienici sono rappresentati dal *grooming* (spidocchiamento), dall'utilizzo della propoli, dall'eliminazione di larve infette e dal suicidio di api foraggiatrici contaminate [9]. La glucosio ossidasi è un enzima coinvolto nella reazione in cui il substrato è il D-glucosio ed i prodotti sono l'acido gluconico e il perossido di

idrogeno [10]. L'acido gluconico tende ad acidificare il substrato evitando l'attecchimento di molti batteri e parassiti, mentre il perossido di idrogeno è dimostrato da tempo essere un potente battericida. Esistono dei kit di diagnosi per rilevare la presenza di *P. larvae* e molte ricerche in bibliografia relative alla sua inibizione, ma ad oggi non esistono cure efficaci contro la Peste Americana. Secondo il regolamento di Polizia Veterinaria [11] in presenza di questa malattia sussiste l'obbligo di denuncia alle ASL di competenza da parte dell'apicoltore e l'obbligo di bruciare le arnie, le colonie di api e sterilizzare tutto il materiale utilizzato. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di investigare la possibilità di inibire la crescita di *P. larvae* mediante il sistema immunitario dell'ape e la possibilità di "rinforzare" lo stesso sistema immunitario per combattere questa terribile malattia.

Materiali e metodi

Il presente lavoro è stato realizzato utilizzando il ceppo ATCC9545 di *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* (BCCM/LMG Bacteria Collection, Ghent, Belgium). Il batterio è stato coltivato in terreno Brain and Heart Infusion broth (B.H.I.) (Oxoid, Milano, Italia) a 37°C per 24h in condizioni aerobiche o in Tryptone Soy Agar (T.S.A.) (Oxoid, Milano, Italia) a 37°C per 48-72h in condizioni aerobiche. La resistenza di *P. larvae* alla glucosio ossidasi (*Aspergillus Niger*) e ai suoi prodotti è stata valutata mediante metodo delle microdiluzioni in piastre microtiter. La Minima Concentrazione Inibente (M.I.C.) è stata determinata per ciascun potenziale inibitore mediante la metodica riportata da Flesar et al. [12], apportando alcune modifiche. La glucosio ossidasi è stata aggiunta ad una soluzione contenente 4.8mM EDTA, 0.2M D(+) glucosio e 0.3M saccarosio, in accordo con Cohen [13], con alcune modifiche. L'intervallo di concentrazioni testate variava da $3.81 \cdot 10^{-7}$ mg a 0.4mg

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Veterinarie, Viale delle Piagge 2, 56124 Pisa;
e-mail: a.felicioli@vet.unipi.it
bturchi83@gmail.com

per la glucosio ossidasi; da 1.2159 μ M a 0.6375M per l'acido gluconico; da 5.6076 μ M a 2.94M per il perossido di idrogeno e da 6.8235 μ M a 3.5775M per la combinazione acido gluconico e perossido di idrogeno.

P. larvae è stato inoculato in ciascun pozzetto della piastra, previa standardizzazione dello stesso ad una densità finale pari a $6 \cdot 10^8$ UFC/mL, corrispondente al punto 2 della scala di torbidità di MacFarland. Le micropiastre sono state incubate per 24h a 37°C in condizioni aerobiche e in camera umida. Dopo incubazione e determinazione del valore di M.I.C. per ciascun composto, i campioni contenuti nei pozzetti della micropiastro sono stati seminati in TSA e incubati a 37°C per 48h, al fine di determinare il valore della Minima Concentrazione Battericida (M.B.C). Per ciascun composto testato è stata inoltre determinata la percentuale di sopravvivenza batterica in seguito ad esposizione a concentrazioni pari ai valori di M.I.C. osservati. *P. larvae* è stato seminato in B.H.I. contenente i vari inibitori e, dopo incubazione a 37°C per 24h, ciascun campione è stato diluito in maniera seriale in soluzione fisiologica e seminato per inclusione su TSA. Dopo incubazione a 37°C per 48h si è proceduto con l'enumerazione batterica. La percentuale di sopravvivenza è stata calcolata paragonando le UFC/ml dei campioni con quelle sviluppatesi in campioni di controllo.

Risultati

I valori di M.I.C. ottenuti dall'utilizzo della glucosio ossidasi e dei suoi prodotti contro *P. larvae* sono mostrati in Tabella 1.

Dall'osservazione dei dati ottenuti, sia la glucosio ossidasi che i suoi prodotti di reazione sono

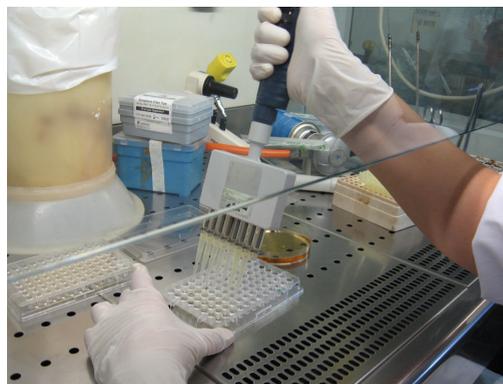


Figura 2: Le diluizioni sono state fatte aggiungendo il 50% del pozzetto precedente ad un ugual volume di B.H.I. (fotografia di Simona Sagona).

risultati inibitori nei confronti di *P. larvae*. L'acido gluconico ha inibito il batterio ad una concentrazione pari a 20mM, mentre alla concentrazione di 40mM risultava battericida. La percentuale di sopravvivenza di *P. larvae*, in seguito alla inibizione con acido gluconico ad una concentrazione corrispondente al valore di M.I.C., 20mM, è stata del 91.6%.

Il perossido di idrogeno ha inibito *P. larvae* ad una M.I.C. pari a 23mM, corrispondente anche alla concentrazione battericida. Infatti l'inibizione mediante perossido di idrogeno ad una concentrazione pari al valore di M.I.C. risultava in una sopravvivenza di *P. larvae* inferiore a 100 UFC/ml.

Per quanto riguarda l'associazione acido gluconico e perossido di idrogeno non è stato rilevato un effetto sinergico, come si poteva ipotizzare, ma una concentrazione battericida comunque corrispondente a quella del perossido di idrogeno.

Tabella 1: valori di M.I.C. e M.B.C. osservati. Sono stati effettuati 3 replicati per ciascun tipo di inibitore: glucosio ossidasi (GOX), acido gluconico (GA), perossido di idrogeno (HP) e acido gluconico e perossido di idrogeno associati (GA+HP).

Inibitore	M.I.C.	M.B.C.	Sopravvivenza (%) batterica al valore di M.I.C. corrispondente
GOX	0.00625mg/ml	nd	95%
GA	0.02M	0.04M	91.6%
HP	0.023M	0.023M	~0%
(GA)+(HP)	0.02M + 0.023M	0.02M+0.023M	~0%

Infine la glucosio ossidasi determinava una inibizione del batterio ad una concentrazione pari a 0.00625mg/ml e la sopravvivenza batterica percentuale in seguito all'esposizione a tale concentrazione di glucosio ossidasi è risultata essere del 95%.

Discussione e conclusioni

In mancanza di metodi di lotta efficaci e risolutivi contro *P. larvae*, negli ultimi anni sono stati valutati molteplici approcci al fine di contrastare questa grave patologia: alcuni tipi di oli essenziali [14], alcuni costituenti della propoli (flavonoidi, pinocembrina, 3-O-acetil pinobanksina, caffeati) [15, 16], i raggi gamma [17], composti antimicrobici prodotti da batteri lattici [18]. Gli antibiotici sono in grado di inibire la crescita batterica, ma non risultano battericidi [19]. Per tale motivo, una volta interrotto il trattamento, *P. larvae* riprende il proprio ciclo di replicazione. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di trovare un rimedio alternativo contro questo patogeno che non vada ad interferire sulla qualità dei prodotti apistici, al contrario di quanto succede quando si utilizzano composti antibiotici. Nell'antichità alcune pratiche apistiche erano applicate per contrastare la Peste Americana: queste prevedevano l'utilizzo di sabbia per sporcare i telai o l'intasamento dei telai da parte delle api con il miele. Tali pratiche non sono più in uso e sono vietate, soprattutto per motivi igienici. In realtà queste pratiche, seppur empiriche, presentavano un fondo di verità. Sporcando i telai l'apicoltore stimolava il sistema immunitario sociale delle api, obbligandole a ripulire i telai e quindi a disinfettarli. Provocando l'intasamento da parte delle stesse api dei telai infetti con il miele, incrementavano anche la quantità di glucosio ossidasi presente, con conseguente disinfezione dei telai. Queste pratiche non risultavano comunque efficaci contro le spore batteriche che rimanevano presenti nel miele [20]. La carica batterica a livello del telaio veniva comunque abbassata e, in un certo qual modo, le api riuscivano a contenere la diffusione della malattia. Aiutare il sistema immunitario sociale potrebbe quindi essere una soluzione contro questa grave patologia. L'indagine si è incentrata sull'utilizzo di un enzima proprio del sistema

immunitario sociale, la glucosio ossidasi, e dei prodotti ottenuti dalla reazione in cui è coinvolto: acido gluconico e perossido di idrogeno. Dall'inibizione *in vitro* contro la forma vegetativa del *P. larvae* sono stati ottenuti risultati ripetibili sia con l'utilizzo dell'enzima, sia con l'utilizzo dei prodotti di reazione. In quest'ultimo caso è stato possibile determinare anche la minima concentrazione battericida. Nonostante questo studio rappresenti una fase preliminare incentrata sulla forma vegetativa del batterio e non prenda in considerazione la forma di trasmissione del patogeno, ovvero la spora, propone comunque una valida alternativa di indagine dalla quale potrebbero nascere nuovi percorsi di ricerca per contrastare questa grave malattia, conformi al benessere delle api e compatibili con la qualità dei prodotti apistici.

Ringraziamenti

Le fotografie al microscopio ottico sono state eseguite grazie alla gentile collaborazione del Dott. Andrea Pirone, della Dott.ssa Carla Lenzi e del Dott. Alessandro Baglini del laboratorio di Anatomia del Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa.

Bibliografia

- [1] E. Genersch, J. Invertebr. Pathol. 2010, 103: 10.
- [2] A. Contessi, Le api Biologia, allevamento, prodotti, Ed. Agricole, 2004.
- [3] E. Garcia-Gonzalez and E. Genersch, Environmental Microbiology. 2013, doi:10.1111/1462-2920.12167.
- [4] I. Fries, A. Lindström, S. Korpels, Veterinary Microbiology. 2006, 114: 269.
- [5] A. Lindström, S. Korpela, I. Fries, Apidologie. 2008, 39: 515.
- [6] R. Oliver, American Bee Journal. 2010, 967.
- [7] A.E. Pye, Nature. 1974, 251: 610.
- [8] T. Takenaka, H. Ito, K. Yatsunami, T. Echigo, Agr. Biol. Chem. 1990, 54: 2133.
- [9] N. Wilson-Rich, M. Spivak, N.H. Fefferman, P.T. Starks, Annual Review of Entomology. 2009, 54: 405.
- [10] A.I. Schepartz, M.H. Subers, Biochimica et Biophysica Acta. 1964, 85: 228.

- [11] D.P.R. 8 febbraio 1954, n. 320, Regolamento di polizia veterinaria, Gazzetta Ufficiale n. 142 del 24 giugno 1954.
- [12] J. Flesar, J. Havlik, P. Kloucek, V. Rada, D. Titera, M. Bednar, M. Stropnický, L. Kokoska, *Vet. Microbiol.* 2010, 145: 129.
- [13] H.J. Cohen, *Analytical Biochemistry.* 1973, 53: 208.
- [14] G.N. Albo, C. Henning, J. Rinquelet, F.J. Reynaldi, M.R. De Giusti, A.M. Alippi, *Apidologie.* 2003, 34: 417.
- [15] C.M. Mihai, L.A. Mărghitaş, D.S. Dezmirean, F. Chirilă, R.F. Moritz, H. Schlüns, *J. Invertebr. Pathol.* 2012, 110: 68.
- [16] K. Bilikova, *Apidologie.* 2013, 44: 278.
- [17] Z.M. De Guzman, C.R. Cervancia, K.G.B. Dimasuay, M.M. Tolentino, G.B. Abrera, M.L.C. Cobar, A.C. Jr Fajardo, N.G. Sabino, A.C. Manila-Fajardo, C.P. Feliciano, *Applied Radiation and Isotopes.* 2011, 69: 1374.
- [18] M. Yoshiyama, M. Wu, Y. Sigimura, N. Takaya, H. Kimoto-Nira, C. Suzuki, *J. Invertebr. Pathol.* 2013, 112: 62.
- [19] H. Katznelson, *J. Bacteriol.* 1950, 59: 471.
- [20] A.P. Sturtevant, *Journal of Agricultural Research*, 1936, 52: 697.

Indagine sulle mineralizzazioni a solfuri misti della Punta di Pietralta (Isola del Giglio - GR) e sui loro minerali di alterazione

Alessandro Fei¹, Valter Marinai²

Parole chiave: isola del Giglio, solfuri, punta di Pietralta, minerali di alterazione, micromineralogia, solfuri misti

A distanza di più di vent'anni dagli ultimi studi sui minerali presenti nei filoni quarzosi presenti presso la Punta di Pietralta, intensamente mineralizzati a solfuri misti, il MMGG ha effettuato un'analisi accurata dei campioni ivi conservati – circa un migliaio, comprendendo anche le microcollezioni – e delle ricerche sul campo per delineare le specie effettivamente presenti, definire le relative frequenze e proporre un'ipotesi di lavoro sui meccanismi paragenetici. Al momento sono note 26 specie, delle quali tre (bindheimite, brochantite e jarosite) qui descritte per la prima volta, e si esclude per ora la presenza di due specie precedentemente segnalate (calcantite e linarite). La vicinanza al mare rende questi filoni un vero e proprio "laboratorio naturale" per lo studio dei meccanismi di alterazione dei solfuri misti, nonché un vero e proprio "paradiso" per gli appassionati della micromineralogia.

Introduzione

Nell'ambito delle indagini sulle mineralizzazioni dell'Isola del Giglio e nell'ottica di un riordino e di una revisione delle collezioni che il MMGG – Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio – sta effettuando da molti anni, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra delle Università di Firenze e di Pisa, si è proceduto ad un riordino della ricca collezione sia macro che micromineralogica dei campioni raccolti da diversi ricercatori provenienti dalla Punta di Pietralta, la località mineralogica più importante del Giglio.

Le mineralizzazioni della Punta di Pietralta sono state descritte solo negli ultimi trent'anni da diversi cultori della mineralogia descrittiva, in particolare Fei [1, 2], Ancillotti e Brizzi [3], Marinai e Nannoni [4, 5]. Da circa vent'anni, comunque, non sono più stati condotti studi approfonditi sulle specie effettivamente presenti in questa zona.

Metodi sperimentali

Sono stati analizzati più di mille campioni attraverso indagini microscopiche, diffrattometriche e microanalitiche. La maggior parte delle specie è stata descritta attraverso l'esame al microscopio binoculare, avvalendosi delle descrizioni reperibili in letteratura, attraverso indagini diffrattometriche a raggi X o indagini microanalitiche al SEM-EDAX. Le misure sono

gli autori

¹ Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio, Rocca Pisana, Giglio Castello, 58012 Isola del Giglio (GR); e-mail: feialessandro@gmail.com

² Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio, Rocca Pisana, Giglio Castello, 58012 Isola del Giglio (GR); e-mail: valtermarinai1947@alice.it

state effettuate attraverso l'uso di opportuni oculari micrometrici.

Risultati

Presso la punta di Pietralta sono presenti numerosi filoni quarzosi, immersi in un calcare marmorizzato, intensamente mineralizzati a solfuri misti. Detti filoni si affacciano direttamente sul mare – molti degli affioramenti sono sulla scogliera – e subiscono pertanto fenomeni di alterazione meccanica e chimica ad opera dell'acqua salata e dell'aria. Pertanto possiamo dire che ogni campione osservato si rivela come un *pot-pourri* di specie mineralogiche anche in associazioni decisamente desuete, per non dire curiose. Non è raro infatti reperire cristalli – principalmente di quarzo – rotti e ricementati da altri minerali, quali smithsonite o calcite, minerali di alterazione di questo o quel solfuro su altri che non avrebbero alcuna relazione paragenetica con esso (es. ciuffetti di malachite o romboedri di dolomite sui cristalli di galena, dolomite sul quarzo o sulla calcite).

Questo porta a pensare che vi siano tuttora in atto eventi minerogenetici, in particolare relativamente alle alterazioni dei solfuri misti, cosa che rende estremamente interessante l'area da un punto di

vista scientifico. Nell'ultima parte di questo studio si propone un'ipotesi paragenetica che potrebbe soddisfare le osservazioni effettuate.

L'esame dei campioni evidenzia la presenza sicura delle seguenti specie:

Quarzo

Specie abbondantissima, caratterizzante i filoni, è presente pressoché ovunque. Caratteristica dei cristalli è un'estensione abnorme del romboedro {1010} rispetto alle altre facce terminali, in modo da far assumere ai cristalli quasi sempre una terminazione a scalpello. I cristalli hanno dimensioni che variano da pochi millimetri a qualche centimetro; curioso notare come questi riempiono le geodi presenti nei filoni creando dei graziosi "tappetini" di cristalli sui quali si innestano altri minerali sia primari che di alterazione. Il colore è quasi sempre bianco o ialino; sono molto rare inclusioni fluide (riconoscibili dalle caratteristiche iridescenze) e geminati, in particolare secondo la legge del Delfinato.

Meno comuni sono invece cristalli colorati: le varietà colorate più comuni sono quella gialla ("citri-no"), a causa di patine di ossido ferrico e jarosite, verde, per minutissimi cristalli di malachite, o ametista. Non si tratta mai, comunque, di campioni di colore intensamente violaceo, ma di un colore rosa-porporino estremamente gradevole.



Figura 1: Cerussite su malachite e smithsonite (Foto Bonotti, 2010). Si vede bene come la cerussite – in patine bianco-giallastre, di aspetto ceroso – ricopra la malachite e la smithsonite, segno inequivocabile di una deposizione secondaria. Dimensioni del campione 120 mm × 50 mm.



Figura 2: Quarzo con malachite e cerussite (Foto Bonotti, 2010). Un tipico esempio dei campioni provenienti da Pietralta: su un "tappeto" di cristalli di quarzo spiccano bene gli altri minerali, sia primari che di alterazione. Dimensioni del campione 50 mm × 20 mm.

Molte volte i cristalli di quarzo sono coperti da altri minerali, in particolare smithsonite, anglesite e cerussite (vd. oltre) in finissima polvere giallastra; non sono rare patine di altri minerali quali pirolusite o goethite.

Pirite

Decisamente rara, si presenta in cristalli con habitus pseudocubico, senza le caratteristiche striature che contraddistinguono i campioni provenienti dalla miniera. I cristalli, di 3-5 mm, appaiono marroni per patine di ossido ferrico.

Calcopirite

Piuttosto abbondante, si presenta in individui tetraedrici anche di dimensioni ragguardevoli (da 0.8 a 1,5 cm); ad un'osservazione i cristalli



Figura 3: Galena con rosasite e smithsonite (Foto Bonotti, 2010). Si vede bene come i cristalli di galena, ricoperti da una patina di cerussite e di anglesite, non siano perfetti ma allungati, quasi con habitus prismatico. Dimensioni dei cristalli 12 mm.

presentano righe parallele agli spigoli di base, quasi da farli assomigliare ad una "piramide a gradoni". I cristalli sono quasi sempre ricoperti da una patina violacea o nera di ossidi, sopra i quali sono presenti globuli o ciuffetti di malachite.

Blenda

Relativamente comune, la blenda si presenta perlopiù ferrifera (in aggregati nerastri) ma anche giallo miele, ricoperti quasi sempre da smithsonite e talora – sopra la smithsonite – anche da calcite, malachite o ossidi ferrici. L'aspetto di tali strutture è sempre molto gradevole. Rara in cristalli, si rinviene perlopiù in masserelle.

Galena

Molto comune rispetto agli altri solfuri presenti, la galena si presenta comunemente in aggregati cristallini; è molto rara in individui cubici. Già Antonio d'Achiardi [6] alla fine dell'Ottocento segnalava le curiose forme cristalline che questo minerale presenta: si riscontrano facilmente *habitus* desueti, in cui abbiamo un'estensione abnorme di una faccia rispetto alle altre, con la formazione di strutture bacillari o piatte¹.

Spesso i cristalli sono ricoperti da finissimi aghetti di cerussite o da masserelle di anglesite, che fanno assumere al cristallo un aspetto "polveroso". In diversi campioni sono stati notati romboedri trasparenti di dolomite e di smithsonite sopra i cristalli di galena.

Tetraedrite

Specie nota da tempo, è comunque piuttosto rara. Si presenta in individui tetraedrici di colore grigio-ferro nella frattura fresca, ma più spesso è ricoperta da azzurrite e bindheimite. È associata agli altri solfuri.

Atacamite

Specie piuttosto comune, si rinviene in spalmature verdastre sui solfuri, in particolare sulla calcopirite sul quarzo. Rarissima in aghetti o aggregati bacillari.

Goethite

Volgarmente nota come *limonite*², la goethite si presenta sotto forma di spalmature rossastre, marroni o nere, formando aggregati pulverulenti o compatti che inglobano altri minerali, soprattutto il quarzo e la smithsonite.

Ematite

Rarissima, si presenta in aggregati lucenti, color grigio-ferro.

Bindheimite

Meglio nota come *ossi-plumboromeite*, si trova esclusivamente sulla superficie dei cristalli di tetraedrite sotto forma di spalmature giallastre che a volte ricoprono l'intero cristallo.

Pirolusite

Associata alle rocce calcaree presenti, si rinviene in aggregati opachi nerastri sul quarzo o in gradevoli aggregati dendritici.

Calcite

Non comune come potrebbe sembrare, si presenta in aggregati massivi o in cristalli anche di dimensioni ragguardevoli (8-10 cm) con un caratteristico *habitus* scalenoedrico, in mezzo ai cristalli di quarzo. La lucentezza è come al solito picea, ma ad un esame attento si evidenzia come le facce dei cristalli non siano lisce, ma intersecate da una fittissima rete di righe parallele agli spigoli, quasi che abbiano subito eventi di corrosione secondari all'accrescimento. Negli individui più grandi a volte compaiono patine di dolomite che arrivano a ricoprire il cristallo quasi per intero.

Dolomite

Forse il carbonato più comune, si rinviene pressoché ovunque. Gli esemplari più belli sono aggregati selliformi anche di dimensioni centimetriche in cui il minerale, in cristalli bianco latte, spicca sul quarzo; molto spesso si rinviene in romboedri arancioni o gialli o patine giallastre su altri minerali, primo fra tutti il quarzo, ma anche la calcite o la galena.

Cerussite

Assieme all'anglesite, la cerussite è il principale dei materiali pulverulenti che ricoprono i campioni gigliesi; è altresì presente in aggregati biancastri o in microcristalli aghiformi sulla galena. Fasci di cerussite dal caratteristico aspetto di cononi ricoprono anche cristalli di quarzo.

Smithsonite

Comunissima, si rinviene in ammassi cristallini, spalmature e aggregati mammellonari sulla blenda o sul quarzo.

I colori che presenta sono i più vari, in quanto la smithsonite a volte ricopre altri minerali, tra cui blenda (che gli conferisce un colore marrone-grigiastro o arancione), quarzo (bianca), galena (in tal caso appare giallo pallido, trasparente) o addirittura malachite e azzurrite (da cui il colore verde pallido o azzurro).

Malachite

Altrettanto comune, la malachite è presente sia in globuli che in aggregati di cristallini aciculari;



Figura 4: Dolomite su quarzo (Foto Bonotti, 2010). Si noti come il minerale compaia in due distinti colori, bianco giallastro e arancione per impurezze di ferro. Sono ben evidenti le associazioni selliformi. Dimensioni dei cristalli 2 mm.



Figura 5: Smithsonite rosa con malachite e quarzo (Foto Bonotti, 2010). Il minerale si presenta in aggregati mammellonari. Dimensioni degli aggregati 5 mm ciascuno.



Figura 6: Malachite su quarzo (Foto Bonotti, 2010). Si noti come i cristalli di quarzo presentino tracce di una patina grigiastra che all'analisi diffrattometrica si è rivelata un miscuglio di cerussite, anglesite e dolomite. Dimensione media dei globuli di malachite 1,5 mm.

rarissima in cristalli prismatici (tali da far pensare a pseudomorfo di cristalli di azzurrite) è presente dovunque: sulla calcopirite, sul quarzo, sulla galena³ etc. La bella tonalità verde smeraldo del minerale gigliese, sul bianco del quarzo o sul grigio della galena dà al singolo campione – già di per sé variopinto – una piacevolissima nota di colore. I singoli aggregati globulari, a volte ricoperti di smithsonite o più raramente di gesso, sono di dimensioni millimetriche.

Azzurrite

Decisamente poco comune, l'azzurrite si rinviene in masserelle microcristalline dal caratteristico colore azzurro cupo. Rarissima in cristalli prismatici – finora ne sono stati ritrovati una decina in tutto – di dimensioni che a stento arrivano a 5 mm, è curiosamente sempre associata alla tetraedrite. A volte l'azzurrite si trova sulla calcopirite, ma in questo caso è alterata in superficie, formando masserelle che vanno dall'azzurro cielo al bianco sporco, e che nei tempi passati sono state confuse per linarite.

Rosasite

Decisamente comune, si presenta in aggregati globulari che vanno dal verde-azzurro al verde chiaro, associata a malachite, quarzo, calcite. L'attribuzione del singolo esemplare al minerale non è comunque facile in quanto ad una



Figura 7: Rosasite con malachite e goethite (Foto Bonotti, 2010). Il colore celeste della rosasite fa sì che si possa scambiare per linarite. Dimensione media dei globuli 2 mm.

prima osservazione si confonde facilmente con la malachite.

Fosgenite

Molto rara, si presenta in aggregati marroni, trasparenti, o in rari cristalli millimetrici prismatici.

Idrozincite

Rarissima, si manifesta sotto forma di masse globulari bianche.

Gesso

Rarissimo – ne sono stati rinvenuti finora solo due campioni – si presenta in lamine che ricoprono altri minerali, quali malachite o azzurrite⁴.

Jarosite

Descritta qui per la prima volta, la jarosite si presenta sotto forma di masserelle e microcristalli (1-2 mm) di color mattone, molto lucenti, che a volte ricoprono il quarzo.

Anglesite

Estremamente comune nelle patine giallastre che spesso ricoprono i campioni che si rinvergono a Pietralta – patine che si eliminano facilmente lavando il campione e che contengono, oltre all'anglesite, anche frammenti di quarzo, dolomite e cerussite – l'anglesite si presenta perlopiù in ammassi microcristallini; solo in rari casi si possono



Figura 8: Anglesite su galena. (Foto Bonotti, 2010). Bellissimo cristallo dalla terminazione a scalpello. Dimensione del cristallo 0.8 mm.

ammirare bei cristalli tabulari (6-7 mm) dal caratteristico colore bianco ghiaccio nelle cavità ricche di cristalli di galena o in aggregati dalla caratteristica terminazione a scalpello.

Brochantite

Piuttosto rara, viene descritta qui per la prima volta. Si presenta in cristalli prismatici di colore verde bottiglia, lucenti, di dimensioni che vanno da 1 a 4 mm, molto più scuri della malachite.

Calcantite

Segnalata solo da D'Achiardi [6]⁵ e mai rinvenuta fino ad ora, è da intendersi specie discreditata.

Linarite

Segnalata da uno degli autori [1, 2] e per molto tempo riportata come presente all'Isola non è mai stata riconosciuta come tale. Diversi cercatori di minerali che hanno effettuato campagne di ricerca nei filoni la segnalano sotto forma di masserelle o spalmature azzurro cielo⁶, ma nessuna indagine ha mai retto all'esame diffrattometrico.

Clinocloro

Piuttosto raro, si presenta in masserelle verde oliva, assieme al quarzo ed alla pirolusite.

Ortoclasio var. Adularia

Rarissimo, si presenta in bei cristalli bianchi di dimensioni millimetriche sul quarzo, con striature caratteristiche, parallele agli spigoli.

Tabella 1: Abbondanza relativa delle singole specie mineralogiche finora rinvenute alla Punta di Pietralta.

SOLFURI		
Pirite	FeS ₂	R
Calcopirite	CuFeS ₂	CC
Blenda	ZnS	CC
Galena	PbS	CC
Tetraedrite	Cu ₃ SbS ₃	R
ALOGENURI		
Atacamite	Cu ₂ (OH) ₃ Cl	C
OSSIDI		
Goethite	FeOOH	CCC
Ematite	Fe ₂ O ₃	RRR
Bindheimite	Pb ₂ Sb ₂ (O,OH)O ₆	RR
Pirolusite	MnO ₂	R
CARBONATI		
Calcite	CaCO ₃	CC
Dolomite	(Ca,Mg)CO ₃	CCC
Cerussite	PbCO ₃	CC
Smithsonite	ZnCO ₃	CCC
Malachite	Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃	CC
Azzurrite	Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃) ₂	R
Fosgenite	Pb ₂ Cl ₂ CO ₃	RR
Idrozincite	Zn ₅ (OH) ₆ (CO ₃) ₂	RR
Rosasite	(Cu,Zn) ₂ (OH) ₂ CO ₃	C
SOLFATI		
Gesso	CaSO ₄ · 2 H ₂ O	RRR
Jarosite	KFe ₃ (OH) ₆ (SO ₄) ₂	R
Brochantite	Cu ₄ (OH) ₆ SO ₄	R
Anglesite	PbSO ₄	C
SILICATI		
Clinocloro	(Mg,Fe) ₅ Al(OH) ₈ (Si ₃ Al)O ₁₀	R
Ortoclasio var. Adularia	KAlSi ₃ O ₈	RRR
Quarzo	SiO ₂	CCC

Legenda:

CCC = comunissimo (presenza superiore al 60% dei campioni esaminati);

CC = molto comune (presenza fra il 50% ed il 30% dei campioni esaminati);

C = comune (presenza fra il 20% ed il 10% dei campioni esaminati)

R = raro (presenza tra il 10% ed il 5% dei campioni esaminati)

RR = molto raro (presenza fra il 5% e l'1% dei campioni esaminati)

RRR = rarissimo (presenza inferiore all'1% dei campioni esaminati)

Per un'ipotesi paragenetica

Come già detto precedentemente, ogni campione di Pietralta è un vero *pot-pourri* di minerali diversi ma allo stesso tempo interconnessi uno all'altro. Alla luce delle osservazioni si può tentare – fermo restando che è solo un'ipotesi di lavoro, da sviluppare e perfezionare – un'idea paragenetica.

I processi minerogenetici sono ancora in atto, a seguito della continua azione dell'acqua di mare, la quale:

- apporta continuamente ioni (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Mg^{2+}) che svolgono un ruolo essenziale nei processi minerogenetici;
- favorisce l'alterazione chimica dei solfuri presenti;
- agisce meccanicamente spezzando le rocce ed i minerali preesistenti⁷;
- favorisce la formazione di fluidi acidi che possono attaccare le rocce ed i minerali presenti.

È ragionevole pensare che la pirite presente si alteri formando acido solforico: questo attacca gli altri solfuri esistenti portando in soluzione ioni metallici (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Pb^{2+} , Sb^{3+} , Zn^{2+}), formando "intermedi" (composti quali FeSO_4 ⁸, CuSO_4 , ZnSO_4 , CaCl_2 , CuCl_2 e PbCl_2 ⁹) dai quali, per reazione con acqua, aria, acido solforico ed anidride carbonica si possono generare ossidi e idrossidi, carbonati, solfati e cloriti. In sostanza le "singolari aggregazioni" del D'Achiardi sarebbero una conseguenza della deposizione di specie di alterazione su substrati del tutto casuali.

Conclusioni

I filoni della Punta di Pietralta da trent'anni affascinano i ricercatori ed i collezionisti, non solo per la bellezza delle specie ivi presenti, ma anche delle associazioni e della sempre nuova serie di specie che si rinvergono. È ormai indiscusso come i campioni estratti esercitino un vero e proprio fascino per tutti gli amanti della micromineralogia. È giunta quindi l'ora di considerare i filoni della Punta come un vero e proprio *laboratorio naturale*, da preservare sì dall'azione del collezionista sconsiderato, ma anche da poter essere usufruiti dal mondo della ricerca. Purtroppo al momento è in vigore una politica protezionista

per cui si possono effettuare ricerche e campionamenti solo se espressamente autorizzati. Si auspica che ciò che rimane della furia dei collezionisti¹⁰ possa diventare un luogo del tutto accessibile al mondo della ricerca scientifica.

Ringraziamenti

Gli autori vogliono ringraziare il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze e dell'Università di Pisa per l'aiuto nelle indagini diffrattometriche; l'ing. Claudio Kutufà ed i soci dell'Associazione Micromineralogica Italiana per aver condiviso con noi le loro osservazioni. Un particolare ringraziamento va all'amico ed esperto fotografo Francesco Bonotti per le splendide microfotografie dei campioni di Pietralta.

Note

¹ La forma cristallina presentata da questi individui ha indotto numerosi collezionisti a scambiare questi campioni per solfosali!

² Artini [7] la distingue dalla goethite assegnandole una formula $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ma tale termine è da considerarsi discredito.

³ Antonio d'Achiardi, nel suo monumentale *Mineralogia della Toscana* [6] annota con stupore nei campioni che osserva provenienti dal Giglio una *singolare associazione* fra galena e malachite. Questa è quasi certamente da intendersi come la prima descrizione, seppure indiretta, di un campione della Punta di Pietralta.

⁴ Di per sé il gesso non sarebbe raro nella zona del promontorio del Franco, in quanto connesso con le rocce della Serie Toscana presenti nell'Arcipelago: alla Punta delle Saline – altrimenti nota come *Punta del Gesso* – distante meno di 1000 metri in linea d'aria dalle rocce della Punta di Pietralta, nel Settecento addirittura era stata aperta una piccola cava per l'estrazione del minerale. Il gesso che qui si rinviene è da intendersi di neoformazione.

⁵ Senza voler togliere alcun merito al grande mineralogista pisano, è ormai appurato come egli abbia compiuto numerosi errori, in particolare sulle località di provenienza.

⁶ L'analisi che fu fatta a suo tempo (1977) del minerale era di tipo qualitativo, per differenziarla dall'azzurrite;

una successiva analisi diffrattometrica ha evidenziato che il campione, pur presentando un anomalo colore celeste, era azzurrite alterata in superficie. Lo stesso autore [2] sette anni dopo ha provveduto a discreditarla dall'elenco dei minerali rinvenibili al Giglio.

⁷ Non di rado sulla battigia si trovano dei ciottoli stondati che al loro interno presentano piccole geodi quarzose intensamente mineralizzate.

⁸ La melanterite è stata effettivamente rinvenuta una volta nelle discariche della Miniera Franco dentro una masserella di pirite alterata.

⁹ È noto che il solfato, il carbonato ed il cloruro di piombo sono insolubili in acqua, ma si può ritenere che la forza ionica delle soluzioni ivi presenti sia tale da mantenere in soluzione l'eventuale $PbCl_2$ formatosi.

¹⁰ Il nome *Pietralta* non risponde più alla morfologia del territorio: al posto di una bella falesia e di un suggestivo dirupo abbiamo ora una desolata *pietraia*!

Bibliografia

- [1] A. Fei, L'isola del Giglio, Not. Gr. Min. Euganeo 1977, IV, 3.
[2] A. Fei, Isola del Giglio: note di geologia e mineralogia, Not. Gr. Min. Fiorentino, 1984, XI 3-4, 3.
[3] A. Ancillotti, G. Brizzi, Su alcuni nuovi minerali di alterazione dell'Isola del Giglio (GR) m Riv. Min. It., 2/1988, 79-83.
[4] V. Marinai e A. Nannoni, I minerali dell'Isola del Giglio, Circolo Culturale Gigliese, Pacini, Pisa 1994.
[5] Detailed mineral report for Punta di Pietralta, Giglio Island, Grosseto Province, Tuscany, Italy: <http://www.mindat.org/locdetailed-54879.html>, visto il 3 ottobre 2013.
[6] A. D'Achiardi, Mineralogia della Toscana, (1872-1873): rist. anast. Forni, Pisa 1976, Vol. I, 276 pp.; Vol. II, 402 pp.
[7] Artini, E., I minerali⁶, Hoepli, Milano 1975.

Studio di una raccolta toscana di *Neournula pouchetii*, specie fungina rara su tutto il territorio nazionale

Gabriele Cacialli¹, Marco Della Maggiora^{*2}, Maurizio Paoli³

Parole chiave: *Fungi, Ascomycetes, Chorioactidaceae, Neournula pouchetii, Taxonomy, Tuscany, Italy*

Gli autori descrivono una raccolta di Neournula pouchetii collezionata in Toscana. La raccolta viene documentata con iconografia a colori e la descrizione viene accompagnata da un'ampia ed esaustiva discussione tassonomica e bibliografica; i pochi riferimenti riscontrabili in letteratura in cui la specie è trattata sono passati in rassegna, mentre tutti i taxa con cui la stessa può essere confusa vengono delineati e differenziati attraverso i rispettivi caratteri distintivi. L'obiettivo del presente contributo, oltre a segnalare un secondo ritrovamento per il territorio regionale di N. pouchetii e nono in Italia, è quello di contribuire alla conoscenza di tale specie fungina, tanto rara da risultare assente in quasi tutta la bibliografia consultabile, comprese le monografie specializzate.

Introduzione

N *pouchetii* è considerato un taxon raro o almeno poco comune, il che giustifica i pochi ritrovamenti citati in letteratura. Ma il concetto di rarità, come ben sappiamo, è sempre relativo e discutibile, specialmente se ci troviamo al cospetto di un fungo primaverile, crescente sotto *Cedrus* (o altre specie di conifere in Nordamerica), dunque in un periodo insolito ed in un ambiente normalmente poco frequentato dai cercatori di funghi. Nella primavera 2013, in una piantagione artificiale di cedri ampia circa 1 ettaro, sita nel comune di Castelnuovo di Garfagnana (LU), ci siamo imbattuti in una copiosa ed inaspettata fruttificazione di questa specie, di cui, fino ad ora, era nota una sola segnalazione in Toscana.

Materiali e metodi

I caratteri macroscopici sono stati osservati su diverse decine di esemplari freschi ed in buono

stato, in tutti gli stadi di sviluppo. I caratteri microscopici sono stati valutati a seguito di analisi ripetute su diversi ascomi; in particolare, per le misure sporali sono state osservate e misurate oltre 30 spore con obiettivo ad immersione $\times 100$. La descrizione riportata di seguito fa riferimento ai caratteri macro e microscopici effettivamente da noi osservati sulla raccolta documentata. Gli esemplari raccolti sono conservati negli erbari personali degli autori.

gli autori

¹ Via Goito 25, 57127 Livorno;

e-mail: gabriele.cacialli@alice.it;

² Via di S. Ginese 276/i, 55062 Pieve di Compito, Capannori (LU);

³ Via Casetta 18, 55032 Castelnuovo di Garfagnana (LU);

e-mail: paoli.maurizio@virgilio.it.

* e-mail: marco.myco@gmail.com

Risultati

Neournulla pouchetii (Berthet & Rioussset 1965)
Paden 1972
Mycologia 64 (2): 457

≡ *Urnula pouchetii* Berthet & Rioussset 1965, Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon 34 (7): 259 [basionimo]
= *Neournulla nordmanensis* Paden & Tylutki 1969, Mycologia 60 (6): 1161

Posizione sistematica: Ascomycota, Pezizales, Chorioactidaceae, *Neournulla*

Diagnosi originale

Apotheciis fuscis, primum cupulatis, apice perforatis; cupula maturitate in 6-10 radiis dehiscente, sicut Geasteris peridium; facie externa leviter venosa, pubescente. Stipite plerumque longo, robusto, aetate cavescente, humo infixo, radiculis maximis enascente. Carne crassa, fragile. Ascis cylindricis, longe inferne angustatis flexuosisque, octosporis, 440-460 × 11-12 μ; sporis ellipticis vel subcylindricis, hyalinis, plerumque duobus lateribus sublaevibus et alibi parvis verrucis conspersis, interdum omnino verrucosis, 20-33 × 8-11 μ. Paraphysibus filiformibus, linearibus, septatis, saepe ramosis, anastomosantibus circa ascos, ascos longitudine aequantibus, 2-2,5 latis, superne paulum dilatatis (4 μ). Carne praesertim filamentosa, hyphis laxe intertextis, 2-3 μ latis; stratis exterioribus subsphaericis cellulis confectis. Facie externa pilos hyalinis, sat raros, producente. Sparsis aut cespitosus humi, in cedretis, fragmentis cedrorum enatis. Typo in Ly sub n° 513.



Figura 2: Ascomi in habitat.



Figura 1: Ascomi in habitat.

Descrizione macroscopica

Ascocarpi fino a 4-5 cm di diametro, stipitati, con parte superiore inizialmente sferica, globosa o un po' schiacciata, poi caliciforme a maturazione; apertura sommitale inizialmente circolare, poi a stella con 6-9 lobi piuttosto regolari e ricurvi all'esterno nei vecchi esemplari. Imenoforo liscio di colore bruno con tonalità violacee sparse, opaco. Superficie esterna da liscia a finemente villosa e concolore all'imenoforo in alto, grigio sempre più chiaro e rugosa verso la base. Stipite molto sviluppato, lungo fino a 3 cm con presenza di rizomorfe bianche, non emergente dal substrato. Carne da bianca a grigiastria, leggermente elastica soprattutto negli esemplari maturi, con odore e sapore non significativi.

Habitat

La raccolta è stata effettuata in una porzione di bosco a predominanza di *Cedrus deodara* (circa 30 piante) su terreno calcareo immersa in una



Figura 3: Ascomi in habitat con sezione.

vegetazione più ampia con misto di latifoglie e conifere. Nei mesi di marzo e aprile 2013, sono stati osservati numerosi ascocarpi, stimati in alcune centinaia, rinvenibili alla base di ogni singola pianta, sia concresciuti che singoli. Nel medesimo habitat sono state osservate *Clitocybe vermicularis*, *Amanita gemmata* e *Peziza* sp. Località S. Francesco, 370 m s.l.m., Castelnuovo di Gargagnana (LU).

Descrizione microscopica

Spore a profilo ellissoidale, (18) 20-22 (25) × (7) 8-9 (9,5) μm, Q sporale (2,2) 2.5-3 (3,2), con parete spessa fino a 1 μm, lisce poi ricoperte da verruche più o meno marcate e cianofile, con numerose piccole guttule, uniseriate nell'asco. Aschi cilindrici, ottoporici, opercolati, J-, mediamente di 250 × 10 μm. Parafisi filiformi, larghe 2-3 μm, con parete sottile, molte regolari e con apice leggermente rigonfio fino a 3,5 μm, altre con

rigonfiamenti sparsi, bitorzolute, disposte non uniformemente, da singole a fascicolate, settate, con contenuto granuloso. Strato subimieniale di circa 200 μm, molto compatto, a struttura prevalentemente globosa. *Excipulum medullare* spesso circa 750-800 μm, a struttura pseudoparenchimatosa, con ife ramificate e settate composte da elementi irregolari, da tozzi (13-15 × 5-8 μm) ad allungati (25-35 × 6-9 μm), molto appressati tra loro, con transizione verso l'*excipulum ectale* non sempre ben definita. Sono inoltre osservabili ife sparse di 2-3(4) μm, pigmentate di colore bruno scuro. *Excipulum ectale* spesso circa 300-350 μm, a struttura prevalentemente ifale terminante all'esterno con peli disposti in modo irregolare, settati, ialini, con elemento finale di 20-30 × 4-5 μm, difforme, spesso cilindrico o rigonfio, ma anche moniliforme, con parete spessa fino a 2 μm, sporgenti fino a 80-110 μm, alcuni con evidenti incrostazioni giallo verdastre. Pigmento sia



Figura 4: Aschi, ascospore e parafisi in rosso Congo.

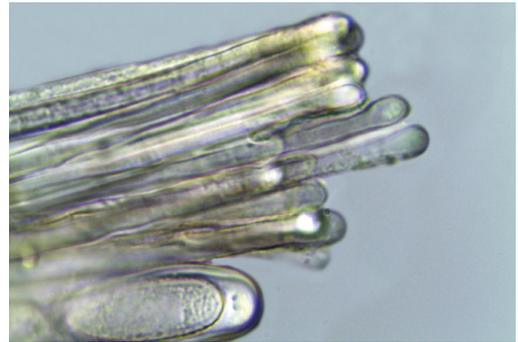


Figura 5: Fascio di parafisi in acqua.



Figura 6: Sezione trasversale della carne a metà altezza della coppa.

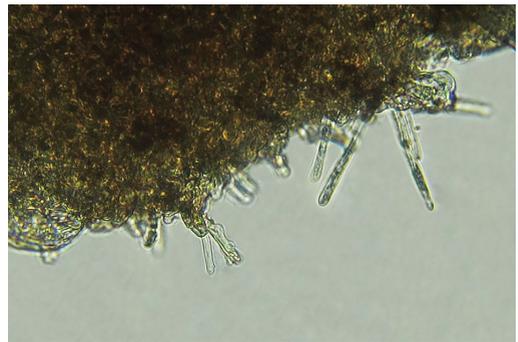


Figura 7: Peli fuoriuscenti dall'*excipulum ectale*.

intracellulare che incrostante, ocre-bruno, molto più concentrato nel subimenio, quasi assente nell'*excipulum medullare*.

Discussione

Il genere *Neournula* Paden & Tylutki è stato trasferito da Pfister *et al.* [1] dalla famiglia delle *Sarcosomataceae* Kobayasi alla nuova famiglia delle *Chorioactidaceae*, accanto ai generi *Chorioactis* Kupfer, *Desmazierella* Lib. e *Wolfina* Seaver ex Eckblad. L'analisi molecolare ha dimostrato che questi quattro generi, sebbene presentino molti caratteri in comune con le *Sarcosomataceae*, appartengono ad una diversa famiglia i cui caratteri peculiari possono essere riassunti come segue:

- ascomi con superficie esterna munita di peli bruni;
- carne priva di strati gelatinosi;
- spore e parafisi plurinucleate;
- parete sporale o sue ornamentazioni cianofile.

Riguardo ai peli emergenti dall'*excipulum ectale* di *N. pouchetii*, osserviamo che, effettivamente, non sono bruni ma ialini o quasi (caratteristica confermata sia dalla diagnosi originale "*pilos hyalinos*" che dall'esame delle descrizioni presenti in letteratura), sebbene ricoperti da ornamentazioni granulose che li rendono apparentemente più scuri. Anche la microfoto (fig. 8 C, pag. 523 dell'articolo di Pfister *et al.*, loc. cit.) ci mostra in maniera inequivocabile dei peli molto chiari ricoperti da granulosità giallo-verdastre. Per questo motivo, a nostro avviso, la diagnosi della famiglia delle *Chorioactidaceae* dovrebbe essere emendata ("*cum brunneis spineis pilis*" = "*cum brunneis, hyalinis vel subhyalinis pilis*").

Al momento della creazione del *taxon*, Berthet e Riousset [2] avevano già fatto notare che la loro specie aveva alcuni caratteri peculiari che mal si conciliavano con quelli del genere *Urnula* Fr., che però restava l'unico al quale poteva essere ragionevolmente accostata.

Nel 1968 gli autori americani Paden & Tylutki [3], ignorando la pubblicazione di Berthet e Riousset, crearono il nuovo genere *Neournula* in seguito al ritrovamento in Idaho (USA) di una specie da loro nominata *Neournula nordmanensis*. La descrizione macro- microscopica è sovrapponibile a quella

di *N. pouchetii*, tanto che *N. nordmanensis* è oggi unanimemente considerata un suo sinonimo posteriore. Se si esamina la descrizione dettagliata della specie (non la diagnosi latina), si nota che gli autori rimarcano la presenza di peli non ialini ("*scattered subhyaline to pale brown hairs*") che, stando alla loro descrizione, sembrerebbero però collimare con le ife pigmentate a parete spessa che troviamo qua e là nell'*excipulum medullare*, le quali potrebbero aver dato adito a confusione. In seguito ad una comunicazione epistolare di Berthet, Paden [4] venne a conoscenza dell'esistenza di *Urnula pouchetii* e, dopo un esame comparato dei due taxa, decise di ricombinare la specie di Berthet & Riousset in *Neournula*, riducendo *N. nordmanensis* a suo sinonimo.

Per quanto riguarda la Toscana, la nostra ci risulta essere la prima segnalazione per la provincia di Lucca e la seconda per il territorio regionale. La prima segnalazione la dobbiamo a Cherubini & Perrone [5], che ne testimoniano ripetute raccolte nel territorio senese.

In Italia la prima segnalazione è stata quella di Lazzari & Sacconi [6], ripresa dal Cetto [7] per l'Emilia-Romagna, poi seguono quelle di Para *et al.* [8] per le Marche, Ciulli *et al.* [9] e Ciulli [10] per l'Abruzzo e Carbone *et al.* [11] per la Puglia; infine le più recenti, pubblicate online (Actafungorum [12] [13], AMINT [14], Provincia di Pesaro e Urbino [15]) rispettivamente per Calabria, Lazio, Umbria e nuovamente Marche.

In Europa la specie è segnalata diverse volte per la Spagna (Calonge *et al.* [16]) e la Francia (oltre al *typus*, da vari autori tra cui Moingeon *et al.* [17]).

La sola segnalazione africana è quella di Malençon [18], che raccolse ripetutamente tale specie nei boschi di cedro delle regioni montane, dove riferisce che era piuttosto comune. Malençon conosceva questa specie già dal 1958, ben prima che venisse descritta, ma rimase indeterminata anche quando nel 1963 Berthet gli inviò dei disegni delle sue raccolte, perché dal punto di vista macroscopico non collimavano per niente con le raccolte marocchine e, oltretutto, provenivano da terreni calcarei, ben diversi da quelli sabbiosi del Rif. Soltanto dopo avere esaminato dei campioni francesi, Malençon si convinse della conspecificità delle raccolte.

Le raccolte americane (Paden & Tylutki, l.c.) hanno la peculiarità di provenire da boschi di

conifere diverse dal cedro, habitat specifico nella zona mediterranea. Sono state segnalate sotto *Thuja plicata*, *Tsuga heterophylla*, *Pinus monticola*, *Pseudotsuga menziesii* e *Abies grandis*.

Bibliografia

- [1] D.H. Pfister, C. Slater, K. Hansen, *Mycological Research* 2008, 112: 513.
- [2] P. Berthet, L. Rioussel, *Bull. de la Soc. Linnéenne de Lyon* 1965, 34 (7): 253.
- [3] J.W. Paden, E.E. Tylutki, *Mycologia* 1968, 60 (6): 1160.
- [4] J.W. Paden, *Mycologia* 1972, 64 (2): 457.
- [5] A. Cherubini, L. Perrone, *Boll. dell'AMER* 1995, 32: 31.
- [6] G. Lazzari, S. Sacconi, *Boll. del G. Mic. "G. Bresadola"* 1979, 22 (5-6): 143.
- [7] B. Cetto, *I funghi dal vero* vol. 4. Saturnia. Trento: 1983.
- [8] R. Para, M. Gottardi, R. Fontenla, *Riv. di Micologia* 2000, 42 (4): 339.
- [9] G. Ciulli, G. Lonati, G. Lalli, M. Leonardi, G. Pacioni, *Mic. e Veg. Mediterranea* 2006, 20 (2): 103.
- [10] G. Ciulli, *Mic. e Veg. Mediterranea* 2007, 22 (1): 51.
- [11] M. Carbone, C. Agnello, P. Alvarado, *Ascomycete.org* 2013, 5 (1): 1.
- [12] *Acta fungorum*, 2008: <http://www.actafungorum.org/actaforum/viewtopic.php?f=316&t=1001>
- [13] *Acta fungorum*, 2013: <http://www.actafungorum.org/actaforum/viewtopic.php?f=53&t=6489>
- [14] AMINT, 2009: <http://www.funghiitaliani.it/index.php?showtopic=56015>
- [15] Provincia di Pesaro e Urbino. Tutela e valorizzazione dl patrimonio dei funghi epigei ed ipogei, 2013: <http://www.provincia.pu.it/funghi/funghi-epigei-lr-n-1701/ambienti-di-raccolta/rimboschi-menti-di-conifere-1/>
- [16] F.D. Calonge, A. González, F. Prieto-Garcia., *Bol. de la Soc. Mic. de Madrid* 2007, 31: 3.
- [17] J.-M. Moingeon, C. Frund, P. Chaillet, G. Moyne, *Bull. de la Féd. Myc. de l'Est* 2012, 10: 7.
- [18] G. Malençon, *Bull. de la Soc. Myc. de France* 1979, 95 (2): 119.

Biomonitoraggio dell'ozono: dalle insegnanti ai bambini

Edvige Galluzzi¹, Michela Orsini¹, Elisa Pellegrini^{*2}

Parole chiave: educazione ambientale, biomonitoraggio, didattica multidisciplinare

I percorsi didattici di educazione ambientale sono da considerarsi una risorsa fondamentale per selezionare (a) obiettivi formativi, (b) concetti chiave e (c) tematiche necessarie a far acquisire ai ragazzi la consapevolezza che le loro scelte e le loro azioni hanno conseguenze evidenti sul presente e sul futuro. In quest'ottica si inserisce il progetto di "Biomonitoraggio dell'ozono con germinelli di tabacco" attivato nella Scuola d'Infanzia del Comprensivo Pacinotti di Pontedera in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa. La sezione, composta da 28 bambini (di 5 anni), si è trasformata in un vero e proprio laboratorio didattico in cui, in forma ludica, le insegnanti hanno adottato la metodica del "fare per sperimentare" consentendo così a ciascun alunno di trovare stimoli per la ricerca, la riflessione, la sperimentazione e la soluzione di problemi legati all'inquinamento atmosferico da ozono e alla valutazione degli effetti, attraverso più canali sensoriali. A tal proposito, i bambini hanno avuto modo di (a) approcciarsi a semi sconosciuti (come quelli della cultivar di tabacco Bel-W3, ipersensibile all'ozono), (b) valutare il danno indotto dallo stress ossidativo sul tessuto fogliare (che si manifesta sotto forma di necrosi puntiformi dal colore giallastro) e (c) attribuire un "voto" concordato (secondo una scala patometrica) ad ogni singolo cotiledone in relazione alla percentuale di danno. L'esperienza ha permesso ai bambini di appassionarsi alla tematica trattata; ognuno di loro ha, infatti, sviluppato una maggior sensibilità per l'ambiente naturale oltre che un'evidente curiosità nei confronti di problematiche legate allo smog fotochimico. Nell'ottica di creare un imprinting ecologico, è stato possibile anche individuare strategie e comportamenti corretti da mettere in pratica quotidianamente allo scopo di salvaguardare l'ambiente, dimostrando così come sia possibile costruire una coscienza ecologica (come evidenziato dalle domande e dalle discussioni, dalle richieste di spiegazioni e dal confronto di ipotesi).

Introduzione

Per la costruzione di una cultura eco-sistemica è necessario ricorrere ad una didattica multidisciplinare rivolta all'utilizzo ed all'interazione di differenti discipline inerenti l'educazione ambientale (EA) che rappresenta, in tal senso, una valida risorsa per la selezione di (a) obiettivi formativi, (b) concetti-chiave, (c) tematiche e (d) problematiche. Ad oggi, in Toscana i percorsi didattici di EA rivolti ai tre ordini scolastici, hanno la loro origine nella progettazione integrata che il territorio locale realizza traducendo e concretizzando le Linee Guida Regionali. I contenuti presi in esame e le metodologie applicate

sono diversi e diversificati a seconda dell'utenza a cui si rivolgono i singoli progetti che nel 2010 affrontavano 4 distinte tematiche: (1) aree protette, biodiversità ed ecologia, (2) acqua, (3) rifiuti e (4)

gli autori

¹ Scuola d'Infanzia, Comprensivo Pacinotti, via Diaz, Pontedera.

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali - Università di Pisa, via del Borghetto 80, Pisa

* e-mail: epellegrini@agr.unipi.it



Figura 1: Immagine di dettaglio dell'osservazione della fase di semina.

energia. Ogni singolo progetto prevede il ricorso al territorio locale come laboratorio didattico in cui trovare stimoli per la (a) ricerca, (b) riflessione, (c) sperimentazione e (d) soluzione di problemi favorendo, così, attività aventi come obiettivo il prendere posizione e l'agire nel e/o sull'ambiente, sviluppando le capacità di ogni singolo individuo (indipendentemente dall'età) di comprendere la natura, di riconoscerne le diversità allo scopo di acquisire la consapevolezza che le proprie scelte ed azioni comportano conseguenze non solo sul presente ma anche sul futuro. Con lo scopo di rendere il "cittadino" in grado di gestire l'ambiente in cui vive, la Scuola d'Infanzia dell'Istituto Comprensivo Pacinotti di Pontedera, nell'anno scolastico 2011-2012, ha aderito, con i bambini di



Figura 3: Immagine di dettaglio dell'osservazione della fase di crescita di piante note.



Figura 2: Immagine di dettaglio dell'osservazione della fase di crescita di piante sconosciute.

5-6 anni (sezione Orsetti), ad un progetto di EA dal titolo "Biomonitoraggio dell'ozono troposferico con kit di *Nicotiana tabacum* cv. Bel-W3" in collaborazione con la Facoltà di Agraria (attualmente Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Agro-ambientali) dell'Università di Pisa. I bambini fin da piccoli manifestano e sviluppano spontaneamente i comportamenti finalizzati all'esplorazione della realtà che li circonda; dall'integrazione con i percorsi del Laboratorio Didattico Territoriale (LDT) essi hanno potuto sperimentare la fase di semina di alcune specie ortive note (quali fagiolo e lenticchie) e non (come tabacco), andando a scoprire, osservare e toccare con mano il seme al suo interno, conoscendone così la morfologia e le funzioni di ogni sua parte (Figura 1). La scuola dell'infanzia rappresenta il primo luogo in cui i bambini organizzano il mondo esterno mediante attività esperienziali che portano la loro attenzione sui diversi aspetti della realtà attraverso la manipolazione, l'osservazione e le percezioni sensoriali, in forma ludica. Così facendo, le insegnanti hanno potuto potenziare e favorire le capacità di osservazione dei bambini che quotidianamente erano impegnati nell'identificare eventuali somiglianze e/o differenze dei vari semi e del loro processo di sviluppo; a loro volta i bambini riescono ad interiorizzare le informazioni riportandole anche in ambiti diversi. Successivamente, è stato seguito l'accrescimento delle giovani piantine andando a registrare i dati di crescita settimanalmente, ricorrendo a semplici steli filanti, stimolando così l'attenzione degli alunni ponendoli di fronte ad un confronto tra essenze caratterizzate da un accrescimento differente (Figure 2-3).

Così facendo, i bambini hanno misurato con strumenti condivisi e ben conosciuti (registrando su cartelloni, tabelle e schede predisposte) quanto da loro osservato. Questo ha permesso di avvicinarli alle tematiche della rappresentazione grafica e di avviarli alla simbolizzazione, sottolineando *in primis* che ogni specie vegetale come ogni essere umano ha delle proprie caratteristiche intrinseche e distintive. In questo modo ogni bambino ha potuto (a) stabilire relazione, (b) formulare ipotesi e previsioni e (c) approfondire dei concetti di base dell'educazione ambientale prettamente legati al mondo vegetale, sperimentando le varie fasi vegetative (semina ed accrescimento) di alcune specie conosciute e non in modo da comprendere e distinguere le diversità e le complessità della natura così da acquisire sensibilità e rispetto per l'ambiente stesso.

Inoltre, in riferimento alle piante di tabacco (in virtù del fatto che questa *cultivar* è considerata ormai da decenni la specie bioindicatrice per eccellenza dell'ozono troposferico), i bambini hanno affrontato anche la tematica dell'inquinamento atmosferico osservando gli effetti macroscopici che questo può indurre sulle piante. I bambini in prima persona, si sono occupati delle varie fasi della semina, andando a (a) setacciare il terreno, (b) riempire i vasetti di torba, (c) distribuire i semi di *N. tabacum* e (d) annaffiare. Come per fagioli e lenticchie, gli alunni hanno toccato con mano ed osservato il processo di sviluppo di una specie vegetale, avvicinandosi al mondo della natura. Molto spesso i bambini perdono il contatto con essa, osservando alimenti, frutta e verdura direttamente nei supermercati, non avendo così idea di quale sia la loro origine. Quotidianamente, ogni bambino si è preso cura dell'approvvigionamento idrico dei vasetti di torba: su ognuno di questi era stato riportato il nome di ogni bambino così da responsabilizzarlo. Il lavoro veniva svolto in gruppo e/o singolarmente con le insegnanti che provvedevano a verbalizzare le conversazioni e gli spunti individuali. Al termine della semina, i bambini hanno rielaborato in aula l'esperienza appena condotta, riportando su carta tramite i colori e le forme, ciò che avevano visto, toccato e sentito. Dopo due settimane, i germinelli di tabacco hanno raggiunto lo stadio di crescita idoneo per il trasferimento in piastre di poliestere (*kit*) che rappresentano uno strumento maneggevole e facile all'uso (anche per i bambini) per il biomonitoraggio dell'ozono.



Figura 4: Immagine di dettaglio del trapianto.

Bambini ed insegnanti hanno (a) setacciato il terreno, (b) riempito i singoli pozzetti del *kit* con il terreno ed (c) effettuato il trapianto dei germinelli mediante l'ausilio di pinzette (Figura 4).

A questo punto, 3 *kit* sono stati collocati nel giardino della scuola (in un luogo scelto dai bambini e reputato idoneo dalle insegnanti) posizionandoli sotto una rete ombreggiante così da proteggerli dalla radiazione solare diretta e da eventuali parassiti animali. Al termine del trapianto, i bambini hanno rielaborato in aula l'esperienza appena condotta, riportando su carta tramite i colori e le forme, ciò che avevano visto, toccato e sentito. I bambini, dopo una settimana di esposizione (durante la quale hanno provveduto quotidianamente all'approvvigionamento idrico, alla misurazione con stelle filanti ed alla registrazione dello sviluppo dei germinelli), hanno osservato le foglie di tabacco andandone a rilevare (dal confronto con materiale iconografico predisposto) i danni provocati dall'ozono. Mediante una lente d'ingrandimento gli alunni hanno potuto valutare la presenza di sintomi fogliari legati alla progressiva perdita della colorazione verde del tessuto vegetale (Figura 5). Successivamente sono state compilate delle apposite schede in cui il bambino andava a quantificare il danno visibile, attribuendo un voto alle singole foglie in relazione al loro stato di salute (valutato sulla prevalenza o meno del colore verde). Contemporaneamente, i bambini hanno potuto osservare delle rappresentazioni grafiche relative alle concentrazioni di ozono presenti nella provincia di Pisa, misurate mediante centraline automatiche così da trovare una relazione tra ciò che viene misurato ma non si può toccare e vedere ed il conseguente impatto sulla natura e, indirettamente, sull'uomo.



Figura 5: Immagine di dettaglio dell'osservazione dei kit con lente d'ingrandimento.



Figura 6: Immagine di dettaglio della battaglia del kit.

I bambini sono stati in grado di osservare, confrontare e rilevare i cambiamenti indotti dall'inquinamento da ozono su piante di tabacco, andando a misurare in termini quantitativi e qualitativi il danno stesso, ricorrendo alla cosiddetta "battaglia del kit", prendendo spunto dalla comune battaglia navale, al termine della quale, i bambini hanno rielaborato in aula l'esperienza appena condotta, riportando su carta tramite i colori e le forme, ciò che avevano visto, toccato e sentito (Figura 6). Durante l'intero periodo i bambini hanno potenziato le loro capacità logiche, lessicali e di osservazione-riflessione: in effetti, come

riportato dalle singole conversazioni, è apparso evidente come ciascun bambino (con i propri tempi e modi) ha fatto delle osservazioni ricche di particolari utilizzando un linguaggio appropriato. L'avvio alla formulazione di ipotesi e di previsioni, all'uso di misurazioni non convenzionali ed alla compilazione di schede, ha permesso ai bambini di avvicinarsi al metodo scientifico prendendo consapevolezza, coscienza del ruolo importante che possono svolgere nel presente e nel futuro nella salvaguardia dell'ambiente.

Per la ricorrenza della festa della mamma le piantine di tabacco sono state trapiantate in vasetti di



Figura 7: Immagine di dettaglio del regalo per la festa della mamma.



Figura 8: Immagine di dettaglio dei disegni dei bambini.

yogurt opportunamente decorati e personalizzati dalle insegnanti così da renderle un presente per ciascuna mamma avvicinando anche gli adulti alla problematica dell'inquinamento atmosferico ed alla tematica del biomonitoraggio (Figura 7).

A conclusione di questa esperienza, i bambini hanno confermato le attese delle insegnanti perché, come dimostrato dalle conversazioni, hanno imparato che ci sono semi differenti caratterizzati da processi di sviluppo diversi e che l'inquinamento atmosferico, sebbene sia qualcosa che non si percepisce a livello visivo ed olfattivo, è una realtà evidente che può indurre danni macroscopici sulle piante. Da lì, la presa di coscienza che ognuno di loro già all'età di 5 anni può contribuire a ridurre le emissioni di inquinanti nell'aria: riducendo l'utilizzo dei veicoli, delle bombolette *spray*, facendo la raccolta differenziata dei rifiuti e tutelando il verde (piantando gli alberi invece di tagliarli). Questa esperienza ha permesso a ciascun bambino di sviluppare specifiche capacità nell'utilizzo di conoscenze acquisite in contesti

diversi e di mezzi non convenzionali per compiere determinazioni e/o misurazioni mediante semplice strumenti. Nonostante la sezione fosse estremamente numerosa (ben 28 alunni), la numerosità stessa si è rivelata una risorsa: il gruppo numeroso ha fatto sì che si creassero maggiori interazioni tra i pari e stimolato, così, conversazioni più ricche di riflessioni e di particolari. Oltre a ciò i bambini più "vivaci intellettualmente" hanno rappresentato uno stimolo e traino per gli altri: la maggior parte di loro, infatti, ha mostrato interesse per le singole attività sviluppando maggiore (a) sensibilità per l'ambiente naturale, (b) curiosità nei confronti delle problematiche legate e derivate dall'inquinamento (atmosferico e non) individuando strategie comportamentali corrette per la messa in pratica della salvaguardia della natura stessa. Così facendo i bambini hanno dimostrato uno spiccato spirito esplorativo manifestato ed esternato dal loro coinvolgimento e dal numero di domande, spiegazioni ed osservazioni (Figura 8).



Ringraziamenti

Le attività sperimentali sono state svolte nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali

dell'Università di Pisa e l'Unione dei Comuni della Valdera (Pisa). Un sentito ringraziamento ai bambini della sezione Orsetti della Scuola d'Infanzia dell'Istituto Comprensivo "Antonio Pacinotti" di Pontedera.



Trend temporale della contaminazione da organoclorurati in cetacei spiaggiati e free-ranging del Mar Mediterraneo

Letizia Marsili^{1*}, Daniele Coppola¹, Laura Carletti¹, Matteo Baini¹, M. Cristina Fossi¹

Parole chiave: Cetacei, Mar Mediterraneo, Composti Organoclorurati, Trend temporale.

La maggior parte dei cetacei, in particolare gli odontoceti, sono dei top predators della catena trofica marina e come tali tendono ad accumulare livelli molto elevati di contaminanti xenobiotici, quali i composti organoclorurati (OC), gli idrocarburi policiclici aromatici ed i ritardanti di fiamma. Questi mammiferi sono anche altamente sensibili agli effetti di questi contaminanti, in particolare alla loro capacità di distruttori endocrini ed al loro potere di immunodepressori. Nel Mar Mediterraneo, nel biennio 1990-1992, molti esemplari di stenella striata (Stenella coeruleoalba), il cetaceo maggiormente rappresentativo di questo bacino, sono stati colpiti da un'infezione da Morbillivirus, che è partita dalla Spagna ed ha raggiunto progressivamente Francia, Italia, Grecia e Turchia. In questo periodo i livelli di OC nell'adipe di stenelle sono risultati statisticamente più elevati di quelli rilevati negli esemplari della stessa specie ma spiaggiati precedentemente e successivamente all'evento epizootico. Inoltre per i PCB superavano il limite stimato per avere effetti sulla riproduzione ed immunità nei mammiferi marini (tra 17 e 20 mg/kg b.l.). Il ruolo preciso giocato da questi contaminanti nella moria delle stenelle striate è ad oggi sconosciuto anche se molte ipotesi sono state formulate per correlare gli alti livelli di livelli di OC e l'infezione da Morbillivirus. Negli ultimi anni, sia in esemplari free-ranging che in esemplari spiaggiati, sono stati ritrovati livelli di alcuni OC molto simili a quelli ritrovati negli animali dell'inizio del 1990, dopo un lungo periodo di decremento (1994-2003). La presenza di esemplari di stenella striata con varie patologie, tra cui anche Morbillivirus, non può non far pensare che una nuova infezione sia presente nel Mar Mediterraneo. In questo lavoro vengono presentati i trend temporali di contaminazione degli esemplari di stenella striata free-ranging e spiaggiati dal 1985 al 2009, con evidenziati i periodi di presunta epizootici da Morbillivirus. Questo studio dovrebbe rappresentare il punto di partenza per una completa comprensione del ruolo dei contaminanti ambientali nello stress fisiologico dei cetacei e per una interpretazione olistica di tutti gli studi effettuati su questi animali per valutare il loro stato di salute.

Introduzione

Il Mar Mediterraneo, il più grande mare semi-chiuso del mondo, circondato a nord da Paesi con un forte tasso di industrializzazione e, lungo tutto il suo bacino, da Paesi ad elevato sviluppo agricolo, risulta particolarmente vulnerabile dalla presenza di tutte quelle sostanze chimiche che sono state sintetizzate dall'uomo a partire dalla seconda rivoluzione industriale, comunque nell'ultimo secolo e mezzo. Molti studi

documentano lo stress chimico delle specie marine residenti in quest'area causato da composti xenobiotici come gli organoclorurati (OC) [1]. I consumatori terminali della catena trofica marina, quali molte specie di cetacei, sono particolarmente a "rischio", accumulando nei loro organi e tessuti elevati livelli di composti lipofili quali gli OC [2]. La stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) (Figura 1) è il Cetaceo presente con il maggior numero di esemplari in questo bacino ed, essendo un odontocete, quindi all'apice



Figura 1: Esemplare di *stenella striata* (*Stenella coeruleoalba*).

della catena alimentare marina, è fortemente soggetto alla biomagnificazione dei contaminanti persistenti [3, 4]. Per questo motivo questo mammifero marino è utilizzato come specie target per la valutazione dello stato tossicologico dei cetacei del Mar Mediterraneo. Scopo di questo lavoro è quello di studiare il trend temporale dei livelli di alcuni xenobiotici organoclorurati: diclorodifeniltricloroetano (DDT) con i suoi metaboliti e policlorobifenili (PCB), nell'adipe sottocutaneo di esemplari di *stenella striata* campionati in Mediterraneo sia come spiaggiati che come *free-ranging* dal 1988 al 2009.

Materiali e Metodi

Tutti i campionamenti sugli esemplari di *stenella striata* sono avvenuti con permesso CITES (IT02515/IT007). Gli esemplari spiaggiati lungo le coste italiane dal 1988 al 2009 sono stati dissezionati per il campionamento dei diversi materiali biologici, tra cui l'adipe sottocutaneo. Gli esemplari *free-ranging* sono stati campionati negli anni dal 1991 al 2009 mediante l'utilizzo della biopsia cutanea. La *stenella striata*, che ha fra i suoi comportamenti tipici il "bow riding", viene

campionata dalla prua dell'imbarcazione utilizzando un palo lungo 2,5 m con punta modificata in modo da fungere da raccogliitore di tessuto (Figura 2). Il grasso sottocutaneo è stato estratto per le analisi dei DDT e dei PCB secondo la metodica di Marsili e Focardi [3].

Risultati

I livelli di contaminanti organoclorurati, sia DDT che PCB, risultano sempre statisticamente più elevati negli esemplari spiaggiati rispetto ai *free-ranging* [5]. I trend temporali per i DDT e per i PCB sia degli spiaggiati (Figura 3) che delle biopsie cutanee (Figura 4) di *stenella striata* evidenziano che il supposto decremento di questi xenobiotici, atteso in seguito alla proibizione del

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena (SI), Italia.

* e-mail: marsilil@unisi.it

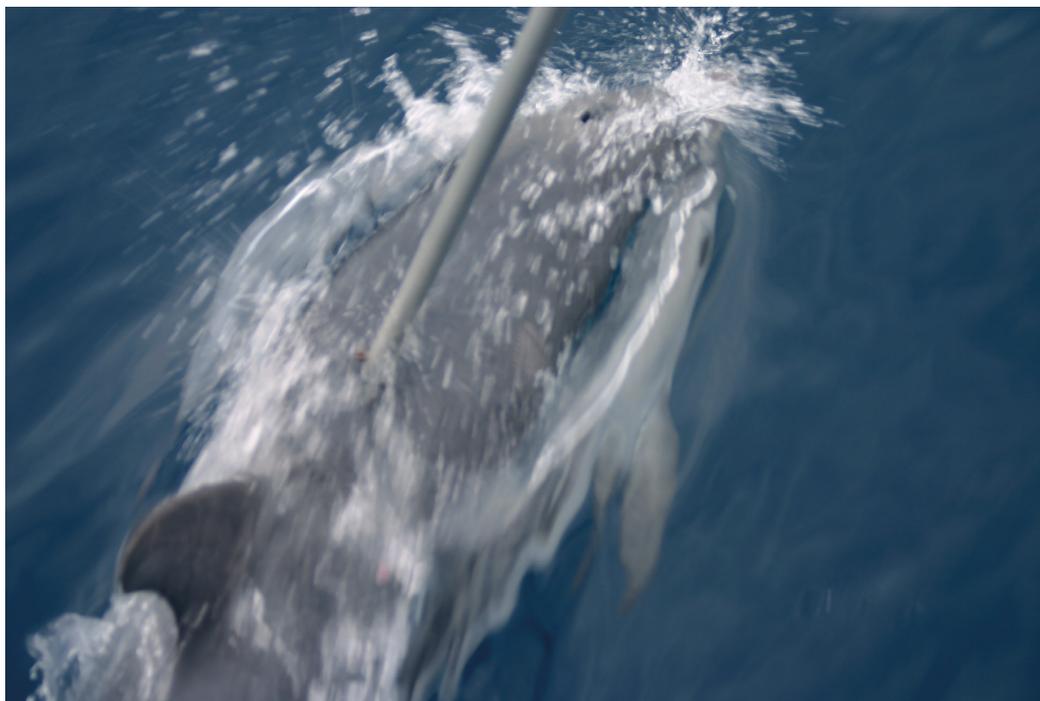


Figura 2: Campionamento tramite palo di un esemplare *free-ranging* di stenella striata (*Stenella coeruleoalba*).

DDT dalla fine degli anni '70 ed alla regolamentazione dei PCB, non è rilevabile dai nostri risultati. Infatti si evidenzia, in particolare nei *free-ranging*, un decremento negli anni dal 1994 al 2003 seguito da un aumento di questi xenobiotici con picchi di accumulo negli esemplari campionati dal 2005. Negli esemplari spiaggiati sono presenti elevati livelli di OC anche nell'anno 1998, non confortato dalle analisi sugli esemplari *free-ranging*. Gli anni 1990-91 sono da ricordare come il periodo in cui si sono verificati degli spiaggiamenti di massa di stenelle striate probabilmente in seguito ad un'epidemia da *Morbillivirus* che era partita dalla Spagna e che aveva raggiunto progressivamente Francia, Italia, Grecia e Turchia [6]. Gli esemplari spiaggiati analizzati non solo mostravano la presenza di questo agente infettante [6, 7] ma anche livelli sia di DDT che di PCB significativamente più alti di quelli ritrovati negli esemplari spiaggiatisi negli anni precedenti e successivi a tale biennio [4, 5]. Il collegamento a questa epidemia è importante in quanto nel 2007 il *Morbillivirus* si

è riaffacciato nel Mediterraneo inizialmente nella zona di Gibilterra in alcuni globicefali, seguiti da alcune stenelle striate del Mare di Alboran ed infine in una stenella striata dei nostri mari in Sardegna [8]. La presenza del *Morbillivirus* in una balenottera comune spiaggiatasi in Toscana nel 2011 [9] e, successivamente, in diversi esemplari di stenella striata e di tursiope [10], accentrano di nuovo l'attenzione sul fatto che i fenomeni di epizootici nei nostri mari siano una delle più importanti problematiche per questi mammiferi marini, chiaramente legata alla presenza di tutti quei composti che alterano le risposte immunitarie degli animali rendendoli incapaci di superare le diverse malattie.

Conclusioni

I nostri risultati mostrano che, negli ultimi anni, i livelli dei composti xenobiotici clorurati nei cetacei del Mediterraneo stanno nuovamente

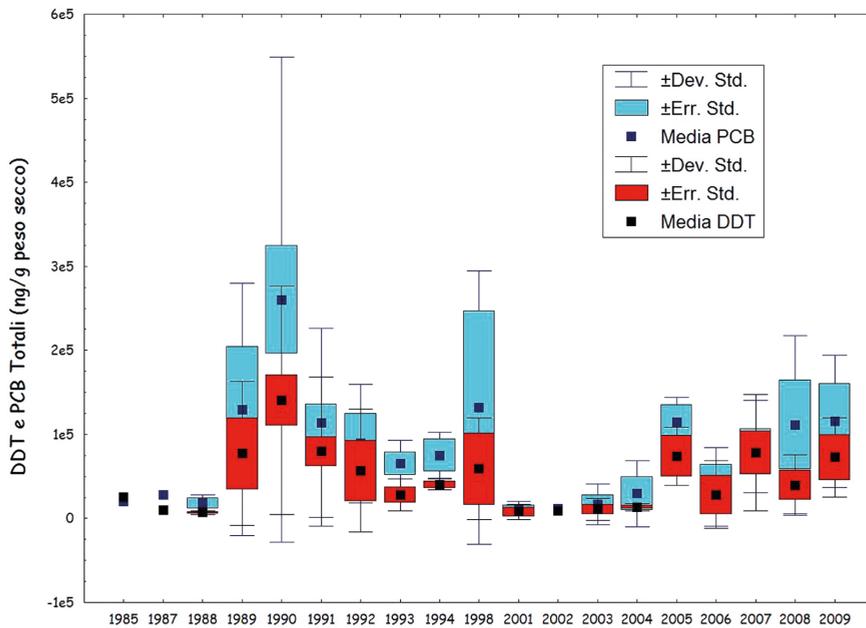


Figura 3: Livelli di DDT Totali (in rosso) e PCB Totali (in azzurro) (ng/g p.s.) negli esemplari spiaggiati di stenella striata dal 1985 al 2009.

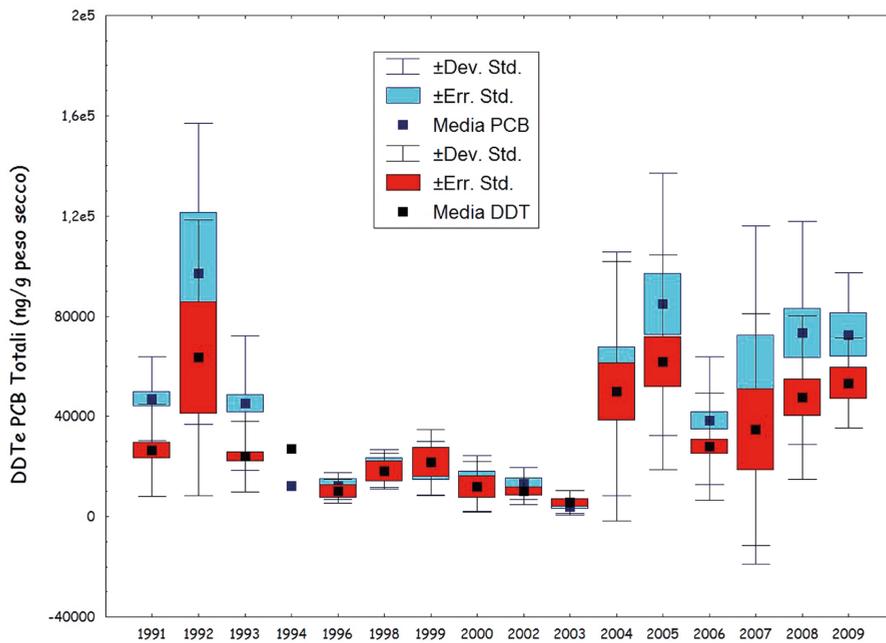


Figura 4: Livelli di DDT Totali (in rosso) e PCB Totali (in azzurro) (ng/g p.s.) negli esemplari free-ranging di stenella striata dal 1985 al 2009.

incrementando, diversamente da quanto sostenuto da alcuni ricercatori [11] e sono strettamente connessi alle infezioni da *Morbillivirus* che si sono ripresentate a vari intervalli tra il 2006 ed il 2013 nel Mediterraneo. Nonostante la regolamentazione dei *Persistent Organic Pollutants* (POP) a livello Europeo, queste sostanze sono sempre da considerare prioritarie nella valutazione dello stato ecotossicologico dei cetacei del Mar Mediterraneo. Di conseguenza in futuro, insieme agli studi che dovranno essere condotti per valutare la presenza e la tossicità dei contaminanti di nuova generazione, non dovranno essere tralasciate le indagini su questi “dinosaurs” della contaminazione ambientale di origine xenobiotica.

Bibliografia

- [1] Marsili L. (2000). Lipophilic contaminants in marine mammals: review of the results of ten years work at the Department of Environmental Biology, Siena University (Italy). *IJEP* 13: 416-452.
- [2] Fossi M.C., Casini S., Marsili L. (2007). Potential toxicological hazard due to endocrine-disrupting chemicals on Mediterranean top predators: State of art, gender differences and methodological tools. *Environ. Res.*, 104: 174-182.
- [3] Marsili L., Focardi S. (1996). Organochlorine levels in subcutaneous blubber biopsies of fin whales (*Balaenoptera physalus*) and striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) from the Mediterranean Sea. *Envir. Poll.*, 91(1): 1-9.
- [4] Marsili L., Focardi S. (1997). Chlorinated hydrocarbon (HCB, DDTs and PCBs) levels in cetaceans stranded along the Italian coasts: an overview. *Environ. Monit. Assess.*, 45: 129-180.
- [5] Marsili L., D'Agostino A., Bucalossi D., Malatesta T., Fossi M.C. (2004). Theoretical models to evaluate hazard due to organochlorine compounds (OCs) in Mediterranean striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *Chemosphere*, 56(8): 791-801.
- [6] Podestà M., Marsili L., Focardi S., Manfredi M.T., Mignone W., Genchi C. (1992). Ricerche patologiche, parassitologiche e sulla presenza di xenobiotici in *Stenella coeruleoalba* (Meyen 1833) (Mammalia, Cetacea). *Atti del Museo Civico di Storia Naturale*, 133(9): 101-112.
- [7] Aguilar A., Borrell A. (1994). Abnormally high polychlorinated biphenyl levels in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) affected by the 1990-1992 Mediterranean epizootic. *Sci Total Environ.* 154(2-3): 237-47.
- [8] Di Guardo G., Cocumelli C., Scholl F., Di Francesco C.E., Speranza R., Pennelli M. *et al.* (2011). Morbilliviral encephalitis in a striped dolphin *Stenella coeruleoalba* calf from Italy. *Dis. Aquat. Org.* 95, 247-251.
- [9] Mazzariol S., Marcer F., Mignone W., Serracca L., Goria M., Marsili L., Di Guardo G., Casalone C. (2012). Dolphin *Morbillivirus* and *Toxoplasma gondii* coinfection in a Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *BMC Vet Res.* 8: 20. doi: 10.1186/1746-6148-8-20.
- [10] Di Guardo G., Di Francesco C.E., Eleni C., Cocumelli C., Scholl F., Casalone C. *et al.* (2012). *Morbillivirus* infection in cetaceans stranded along the Italian coastline: pathological, immunohistochemical and biomolecular findings. *Res. Vet. Sci.* [Epub ahead of print]. doi: 10.1016/j.rvsc.2012.07.030.
- [11] Aguilar A., Borrell A. (2005). DDT and PCB reduction in the western Mediterranean from 1987 to 2002, as shown by levels in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). *Marine Environmental Research* 59: 391-404.

Imenotteri Mutillidae dell'Arcipelago Toscano

Franco Strumia^{1*}, Guido Pagliano²

Parole chiave: Isole dell'Arcipelago Toscano, Asinara, Imenotteri Mutillidae.

Nel quadro del progetto UE-Interreg III una serie di trappole Malaise è stata utilizzata nelle sei isole dell'Arcipelago Toscano per un totale di 4307 giorni. Lo scopo principale era quello di studiare gli Imenotteri della Famiglia Chysididae e Pompilidae. Tuttavia le trappole, in qualche isola, hanno catturato un gran numero di insetti volatili compresi i Mutillidae. Le specie osservate di Mutillidae nell'arcipelago sono 31. Solo una è endemica, Smicromyrme asinarenis Pagliano & Strumia 2007.

Introduzione

Lo studio della fauna dei Mutillidi delle isole tirreniche è stato a lungo e colpevolmente trascurato. Solo pochi dati occasionali sono disponibili in letteratura e nessuna indagine mirata è mai stata effettuata, con la sola eccezione dell'Isola del Giglio, dove per due stagioni (1902-1903) fece catture il marchese G. Doria [7, 8], allora direttore del Museo civico di Storia naturale di Genova. Una revisione critica dei dati storici è disponibile [2] e solo recentemente è stato pubblicato uno studio dei Mutillidi conservati nelle principali collezioni italiane [1].

È sconsolante che, a parte i citati lavori di Mantero, manchino dati in grado di permettere una valutazione della dinamica delle popolazioni. Poche o nessuna citazione è disponibile per le isole dell'Arcipelago Toscano nei lavori di revisione della fauna italiana [3, 4]. Questa breve nota si propone di fornire un primo insieme di dati temporali utili per future indagini sulla dinamica della biogeografia insulare dell'arcipelago [5, 6].

Materiali e metodi

Grazie al finanziamento reso disponibile dai progetti UE Interreg II e III, è stato possibile effettuare una ricognizione sistematica degli insetti

Imenotteri delle isole dell'arcipelago ad eccezione di Giannutri, principalmente per mezzo di trappole di tipo Malaise. Nel caso di Giannutri la proprietà ha rifiutato il permesso di fare ricerche e di mettere in funzione delle trappole.

Poiché l'accesso ed il soggiorno sulle isole non è, in certi casi, logisticamente semplice, l'utilizzo delle trappole si è rivelato essenziale. Il loro posizionamento preciso e l'intervallo di funzionamento è pubblicato [9]. Successivamente trappole di tipo Malaise hanno funzionato a Montecristo nel 2011 e 2012 ed a Capraia nel 2013. Le catture sono continuate per circa 4300 giorni tra maggio ed ottobre, dando in media un esemplare di Mutillidae ogni 8.3 giorni e fornendo un panorama significativo della loro presenza nell'arcipelago.

gli autori

¹ Dipartimento di Fisica "E. Fermi",
Largo Pontecorvo 3, 56127 Pisa;

² Museo reg. di Storia Naturale-Torino,
Via Giolitti 36, 10123 Torino;

e-mail: guido.pagliano@tin.it

* e-mail: strumia@df.unipi.it

Tabella 1: Elenco delle 25 specie di Mutillidi osservati nell'Arcipelago Toscano e all'isola dell'Asinara, dove è stata scoperta l'unica specie endemica. Con la lettera S sono indicate le segnalazioni di Lo Cascio & Arnone 2004.

515×21 MALaise arcipelago: SPECIE		Giglio	Capraia	Giannutri	Montecristo	Asinara	Pianosa	Elba	Gorgona	somma
1	<i>Blakeius chiesii chiesii</i> (Spinola, 1838)					S				
2	<i>Krombeinella thoracica</i> (Fabricius, 1793)							S	S	1
3	<i>Dasylabris maura carinulata</i> (Dalla Torre, 1897)					3, S				3
4	<i>Mutilla quinquemaculata</i> Cyrill.						S	2		2
5	<i>Myrmilla erythrocephala erythrocephala</i> (Latreille, 1792)	G								
6	<i>Myrmilla calva</i> (Villiers, 1789)	S, G				1	6	5	120	132
7	<i>Myrmilla capitata</i> (Lucas, 184)						1, G			1
8	<i>Myrmosa atra</i> Panzer, 1801							S		
9	<i>Nemka viduata</i> (Pallas, 1773)	S, G					1	S		1
10	<i>Paramyrmosa brunripes</i> (Lepelletier, 1845)					S				
11	<i>Physetopoda lucasii</i> (Smith, 1855)						1	27		28
12	<i>Physetopoda pusilla</i> (Klug, 1835)						6		20, G	26
13	<i>Physetopoda sericeiceps</i> (André, 1901)					S				
14	<i>Physetopoda scutellaris</i> (Latreille, 1792)						13			13
15	<i>Physetopoda trioma</i> (Invrea, 1955)					S				
16	<i>Ronisia brutia</i> (Petagna, 1787)	S, G	S	S			1	S	S	1
17	<i>Ronisia ghiliani</i> (Spinola, 1843)		S			S	3		S	3
18	<i>Sigilla dorsata</i> (Fabricius, 1798)					S				
19	<i>Smicromyrme perisii</i> = <i>agusii</i> (Romano, 2004)					1				1
20	<i>Smicromyrme asinarensis</i> Pagliano & Strumia, 2007					2				2
21	<i>Smicromyrme ausonia</i> Invrea, 1950					2	45	2		49
22	<i>Smicromyrme ingauna</i> Invrea, 1958 = <i>sulcisia</i>						1			1
23	<i>Smicromyrme melanolepis</i> (Costa, 1885)					161			5	166
24	<i>Smicromyrme mendizabali</i> Su.					5				5
25	<i>Smicromyrme perisii</i> (Sichel & Rad., 1870) = <i>agusii</i>					1, S				1
26	<i>Smicromyrme ruficollis</i> (Fabricius, 1793)	S					33, S			33
27	<i>Smicromyrme rufipes</i> (Fabricius, 1787)	G					9			9
28	<i>Smicromyrme sicana</i> (De Stefani, 1887)						6	18		24
29	<i>Smicromyrme suberrata opistomelas</i> Invr.					6				6
30	<i>Smicromyrme sulcisia</i> Invrea, 1955						9			9
31	<i>Tropidotilla litoralis</i> (Petagna, 1787)	1, G					S	1, S		1
	N° di specie	7	2	1	0	14	16	10	6	26

Risultati

Sono stati catturati 517 individui di Mutillidi, quasi esclusivamente maschi essendo le femmine attere. Le specie osservate sono elencate nella Tab. 1. Sono stati inclusi i risultati ottenuti anche per l'isola dell'Asinara in quanto essa ha un biotopo simile alle isole toscane e possiede una specie

endemica. Le specie osservate sono 31, incluso il nuovo endemismo dell'Asinara: *Smicromyrme asinarensis* Pagliano & Strumia 2007 [4], Tab. 1. In alcune isole (Giglio, Capraia, Montecristo) le trappole non hanno catturato Mutillidi, nonostante vi abbiano funzionato per più di una stagione, in particolare a Montecristo negli anni 1998, 2000, 2011, 2012.

Tabella 2: Elenco delle 13 specie di Mutillidi osservati nelle isole che nell'olocene non erano in contatto con la terraferma

MUTILLIDAE delle isole non Oloceniche		Giglio	Capraia	Giannutri	Montecristo	Gorgona
1	<i>Krombeinella thoracica</i> (Fabricius 1793)					S
2	<i>Smicromyrme melanolepis</i> (Costa, 1885)					5
3	<i>Myrmilla calva</i> (Villiers 1789)	S, G				120
4	<i>Myrmilla erythrocephala erythrocephala</i> (Latreille 1792)	G				
5	<i>Nemka viduata</i> (Pallas 1773)	S G				
6	<i>Physetopoda lucasii</i> (Smith, 1855)					
7	<i>Physetopoda pusilla</i> (Klug, 1835)					20
8	<i>Ronisia brutia</i> (Petagna, 1787)	S, G	S	S		S
9	<i>Ronisia ghiliani</i> (Spinola 1843)		S			S
10	<i>Smicromyrme ruficollis</i> (Fabricius 1793)	S				
11	<i>Smicromyrme rufipes</i> (Fabricius 1787)	G				
12	<i>Smicromyrme sicana</i> (De Stefani 1887)					
13	<i>Tropidotilla litoralis</i> (Petagna 1787)	1, G				
	N° di specie	7	2	1	0	6

L'introduzione non antropica di Mutille, per esempio per trasporto passivo ad opera dei venti prevalenti, è poco probabile per due motivi:

1. si tratta di insetti parassitoidi e l'instaurarsi di una nuova popolazione richiede la contemporanea presenza del giusto ospite.
2. tutte le femmine dei Mutillidi sono attere.

Nella Tab. 1 le specie non da noi catturate ma citate nel lavoro di Lo Cascio & Romano sono indicate con una **S**; quelle citate da Generani et al. [2] con una **G**: si tratta, in genere, di catture di singoli individui.

Le 31 specie di Mutillidae elencate per l'Arcipelago Toscano corrispondono al 47% delle specie italiane [4]. Questa ricchezza potrebbe sembrare in contrasto con la difficoltà di introduzione di specie parassitoidi con femmine attere. Va tuttavia notato che alcune isole nell'olocene erano collegate alla terraferma (Elba, Pinoso, Asinara), o molto vicine. Infatti, escludendo queste isole, il numero delle specie di Mutillidae si riduce a 13, Tab. 2, mostrando la difficoltà che hanno questi Imenotteri a colonizzare isole mediamente lontane dalle coste.

La mancanza di catture da parte delle trappole a Montecristo e Capraia sembrerebbe confermare

l'assenza di Mutillidi su queste isole o suggerire che vi sono state in passato delle introduzioni accidentali, che però non hanno portato allo sviluppo di popolazioni stabili.

Questi risultati suggeriscono la necessità di monitoraggi più frequenti su queste isole e nel 2013 una ulteriore trappola è stata messa in funzione a Capraia.

Per verificare lo stato attuale della conoscenza dei Mutillidi insulari, si è calcolata la relazione tra il logaritmo del numero di specie per isola ed il logaritmo della superficie (SAR) [5, 6]. Il risultato è mostrato in Fig.1 e mostra come l'attuale conoscenza della popolazione dei Mutillidi insulari sia ancora ampiamente parziale ed influenzata dal popolamento olocenico, perchè le quattro isole che si situano sopra la retta di interpolazione sono appunto quelle rimaste in contatto con la terraferma nell'olocene. Escludendo i dati di queste isole la SAR assume un aspetto più equilibrato, Fig. 2. La pendenza della retta di interpolazione dovrebbe valere teoricamente $z = 0.263$ per le popolazioni non disturbate [5, 6]: si trova $z = 0.256$ per la Fig. 1 e $z = 0.246$ per la Fig. 2, mentre il coefficiente di determinazione R^2 vale rispettivamente 0.5619 e 0.774.

In alcune isole si è trovata una specie nettamente

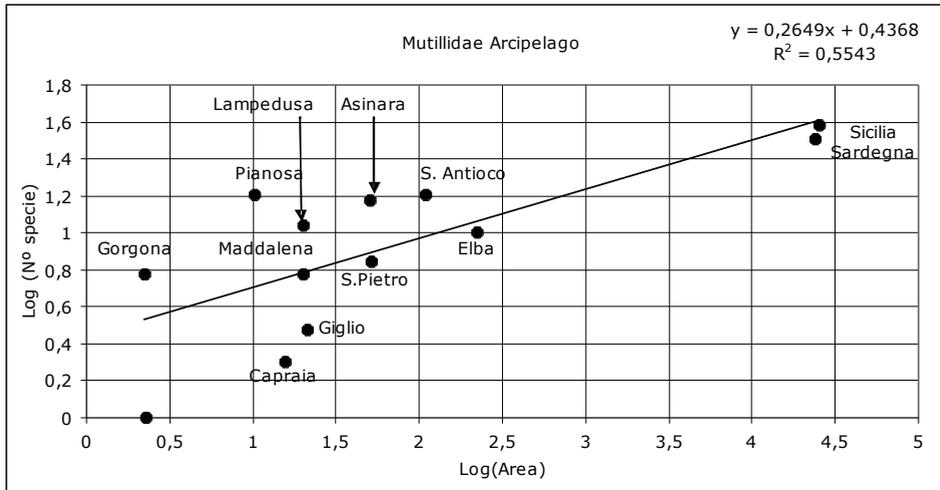


Figura 1: Relazione Specie-Area per alcune isole mediterranee in base ai dati disponibili. L'interpolazione della SAR non è buona e indica una attuale insufficiente conoscenza delle popolazioni dei Mutillidi.

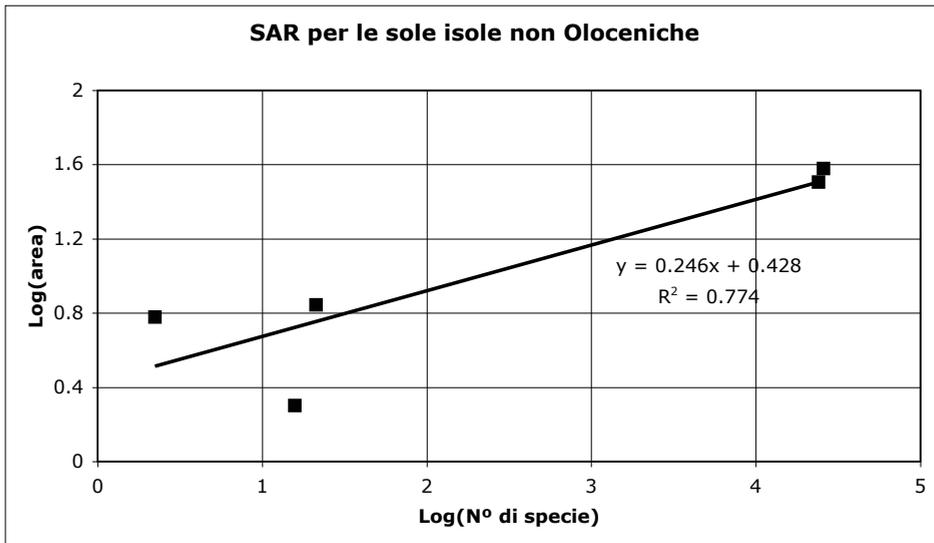


Figura 2: Relazione Specie-Area per le isole non oloceniche.

dominante e, di conseguenza, catturata in un gran numero di esemplari. Si tratta di *Myrmica calva* (Villiers, 1789) a Gorgona, Fig. 3, e di *Smicromyrme melanolepis* (Costa, 1885), Fig. 4,

all'Asinara. Evidentemente queste specie hanno trovato un ambiente particolarmente favorevole sia come clima che come presenza dei giusti ospiti.



Figura 3: individuo maschile di *Myrmilla calva* (Villiers 1879), specie dominante a Gorgona: a sinistra il maschio, a destra la femmina attera.



Figura 4: individuo maschile di *Smicromyrme melanolepis* (Costa, 1885), specie dominante all'Asinara: la femmina attera è sconosciuta.

Bibliografia

- [1] Lo Cascio P., Romano M., 2004. Mutillid wasps of the Italian Minor Islands. *Boll. Soc. Entomol. Ital.* 136 (3): 227-250.
- [2] Generani M., Pagliano G., Scaramozzino P.L., Strumia F., 2001. Gli Imenotteri delle isole di Capraia, Giglio, Gorgona, Pianosa e Montecristo. *Frustula entomologica* 24 (37): 51-74.
- [3] Invrea F., 1964. Mutillidae Myrmosidae in Fauna d'Italia. Ediz. Calderini, Bologna, 302 pp.
- [4] Pagliano G., Strumia F., 2007. Contributo alla conoscenza dei Mutillidae italiani (Hymenoptera, Scolioidea). *Bollettino del Museo regionale di Scienze naturali di Torino* 24: 25-110.
- [5] Macartur R.H., Wilson E.O., 1967. The theory

of island biogeography. *Princeton University Press, Princeton*, 203 pp.

[6] Rosenzweig M.L., 1995. Species diversity in space and time. Cambridge, 436 pp.

[7] Mantero G., 1905a. Materiali per una fauna dell'Arcipelago Toscano. Isola del giglio II. Tre nuovi imenotteri ed un caso di melanismo. *Annali Museo civico di Storia naturale di Genova*, s. 3, 1 (41): 449-454.

[8] Mantero G., 1905b. Materiali per una fauna dell'Arcipelago Toscano. Isola del giglio IV. Catalogo degli Imenotteri. Parte I. *Annali Museo civico di Storia naturale di Genova*, s. 3, 2 (42): 40-86.

[9] Strumia F., Dapporto L., Wolf H., 2005 [2005]. Hymenoptera Chrysididae e Pompilidae dell'Arcipelago Toscano. *Frustula entomologica* 28 (41): 172-187.

Conservazione e valorizzazione del germoplasma viticolo toscano

Giancarlo Scalabrelli^{1*}, Claudio D'Onofrio¹, Giuseppe Ferroni¹, Stefano Paolicchi¹,
Catia Fausto¹, Laura Bedini¹, Eleonora Ducci¹, Giovanni Mattei¹

Parole chiave: Biodiversità, *Vitis vinifera*, vitigni autoctoni

Il germoplasma viticolo italiano è andato incontro nell'ultimo secolo a una cospicua erosione, in conseguenza della concentrazione della viticoltura nelle aree più favorevoli del territorio e anche della diffusa tendenza all'utilizzo di un limitato numero di vitigni per la produzione di vini a Denominazione di Origine, come previsto dai relativi disciplinari. Tale processo ha interessato anche la Toscana, regione particolarmente ricca di germoplasma viticolo, dove una serie di progetti di salvaguardia attivati in alcune zone viticole, per iniziativa di enti territoriali, hanno portato all'iscrizione al Repertorio Regionale delle Risorse genetiche Autoctone (LR 64/04) di 127 vitigni dei quali 118 a rischio di estinzione.

Con l'attività svolta dal nostro Dipartimento nelle provincie di Massa Carrara, Lucca, Pisa, Livorno, Grosseto e Siena sono state identificate e catalogate un cospicuo numero di accessioni (oltre 800), gran parte delle quali sono state raccolte in apposite collezioni realizzate nelle zone di individuazione. Alcune accessioni sono ancora in fase di caratterizzazione genetica, con l'obiettivo di chiarire i casi di sinonimia e di omonimia, spesso frequenti nel germoplasma locale. Inoltre, appropriati studi vengono condotti dal punto di vista fenologico, morfologico e tecnologico al fine di valutare la possibilità di reintrodurre in coltivazione i vitigni più interessanti, che secondo la normativa vigente devono essere prioritariamente iscritti al Registro Nazionale delle Varietà di Vite.

Per gestire queste informazioni è stato progettato e realizzato un "Database Viticolo Universale" (<http://www.vitisdb.it>) che è gestito dal "Vitis Database Working Group" comprendente attualmente 23 istituti di ricerca in viticoltura ed enologia operanti in Italia, avvalendosi di un comitato scientifico.

Le principali funzionalità del Database Viticolo Italiano sono le seguenti:

1. *Gli utenti registrati possono gestire i propri dati autonomamente;*
2. *Esistono tre diversi livelli di visualizzazione: Privato (solo per submitter), Medio (per tutti i submitter), Pubblico (per tutti gli utenti);*
3. *Il sistema permette una procedura di normalizzazione dei profili dei microsatelliti, mediante specifici vitigni di riferimento;*
4. *Ogni vitigno viene caratterizzato dal "profilo microsatellite" integrato da informazioni storiche, ampelografiche, ampelometriche, (OIV 2009), fenologiche, produttive, colturali, tecnologiche e qualitative, incluso eventuali profili dei polifenoli e degli aromi;*
5. *È possibile implementare le opzioni di ricerca per vitigno o per altri parametri.*

La realizzazione del Database Viticolo Italiano rappresenta per i ricercatori uno strumento di lavoro utile per la catalogazione dei vitigni e per lo scambio delle informazioni, inoltre, quando sarà a regime, potrà essere anche fonte di libera consultazione per tutti gli utenti.

Introduzione

Durante il secolo scorso una forte erosione genetica ha interessato il germoplasma viticolo italiano, a seguito della concentrazione della viticoltura sulle aree più favorevoli e dall'uso di un ristretto numero di varietà internazionali, alcune delle quali introdotti da paesi del Nord. Queste scelte hanno determinato un impoverimento della biodiversità intra-varietale anche a causa della propagazione di un limitato numero di cloni omologati, tendenza che si è evidenziata a partire dal 1970 e negli anni successivi. Anche se in diverse regioni sono stati avviati progetti di salvaguardia del germoplasma viticolo, con la realizzazione di apposite collezioni, soltanto poche varietà locali (secondo alcuni denominate autoctone) sono state reintrodotte nuovamente in coltivazione.

Passare dal recupero di un vitigno autoctono all'utilizzo commerciale è un lavoro molto difficile per diverse ragioni: innanzitutto per la difficoltà di conoscere le caratteristiche agronomiche e tecnologiche del vitigno in modo da valorizzare le sue peculiarità. Inoltre, risulta difficile e impegnativo comunicare e promuovere il vino prodotto con un vitigno sconosciuto.

La maggior parte delle varietà minori, sono spesso indicate con nomi diversi da luogo a luogo, che in realtà sono dei sinonimi che devono essere accertati ampelograficamente e geneticamente. Alcuni di questi vitigni sono stati spesso abbandonati o semplicemente non si sono diffusi in quanto le loro caratteristiche non corrispondevano ai requisiti della viticoltura del passato. Attualmente, invece, potrebbero essere di notevole interesse per raggiungere nuovi obiettivi enologici e, inoltre, attraverso l'utilizzo di tecniche produttive adeguate potrebbero rispondere alle mutate esigenze del mercato oppure essere fonte di materiale idoneo a futuri programmi di miglioramento genetico (Scalabrelli, 2007).

In molti casi il potenziale qualitativo delle varietà locali è in gran parte inesplorato, inoltre è opportuno osservare come l'aggettivo "autoctono" ha fatto sorgere molte discussioni tra produttori, venditori e consumatori. In generale è stato evidenziato che questo termine ha buone capacità comunicative, anche se non sempre una varietà può essere dimostrata veramente originaria di un

determinato luogo. Sebbene sia difficile promuovere vini varietali ottenuti da varietà di vite sconosciute, non bisogna sottovalutare le potenzialità della comunicazione veloce attraverso il web, una opportunità questa tutta da sviluppare. Infatti, possiamo dire che i consumatori curiosi e motivati, sono alla ricerca di vini differenti, da scoprire e il web rappresenta uno strumento agevole e di rapida consultazione. Una volta che il contatto è stato trovato "varietà locali" (autoctone o minori) potrebbero essere immesse nel mercato globalizzato a condizione però che producano vini peculiari e di qualità elevata, in grado di soddisfare i consumatori più esigenti.

In Toscana per salvaguardare il patrimonio genetico locale di piante e animali è stata approvata una legge specifica (L.R. 50/1997 e L.R. 16 novembre 2004 n. 64) che ha permesso finora l'iscrizione al Registro Regionale delle Risorse Genetiche Autoctone 127 vitigni, dei quali 118 a rischio di estinzione. Qui di seguito si riassume sinteticamente parte del lavoro svolto dal nostro dipartimento negli ultimi anni.

Materiali e Metodi

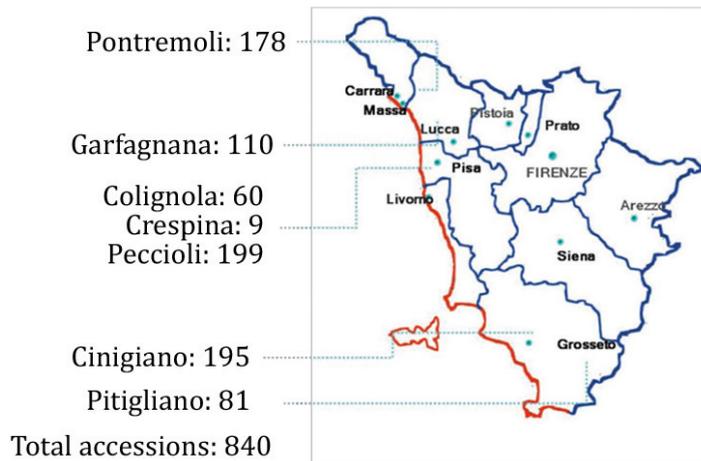
Il nostro dipartimento ha avviato un progetto di salvaguardia del germoplasma viticolo toscano in diverse zone, realizzando una serie di vigneti collezione ed effettuando inizialmente una descrizione preliminare del materiale reperito. Studi più dettagliati sono stati condotti per valutare le caratteristiche morfologiche, mediante il metodo OIV (OIV, 2009), il comportamento agronomico, lo stato sanitario e le caratteristiche qualitative delle uve e la qualità del vino (Ducci *et al.*, 2011). Inoltre, per il chiarimento dell'identità genetica sono state condotte osservazioni ampelografiche e molecolari mediante lo studio del polimorfismo dei microsatelliti. In questo caso le indagini di seguito riferite riguardano quattordici loci (VVS2, VVMD5, VVMD6, VVMD7, VVMD17,

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali - Università di Pisa

* e-mail: giancarlo.scalabrelli@unipi.it

Figura 1: Collezioni di germoplasma viticolo nelle province del litorale Toscano realizzate dal DISAAA-a.



VVMD21, VVMD24, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VMC1b11b, ssrVrZAG62, ssrVrZAG72), tra cui i 9 loci indicati dal progetto europeo GrapeGen06.

Il contenuto delle sostanze fenoliche degli acini è stato determinato secondo il metodo proposto da Di Stefano *et al.*, (2008), leggermente modificato, mentre il profilo antocianico delle bucce è stato determinato secondo la metodologia adottata da Bucelli *et al.*, (1998).

I dati sono stati sottoposti ad analisi multivariata discriminante e cluster gerarchica. Per gestire le informazioni relative alla classificazione e alla caratterizzazione dei vitigni è stato progettato e sviluppato un software per un “database viticolo universale” utilizzato per costituire il Database Viticolo Italiano (D’Onofrio e Scalabrelli, 2010).

Risultati

Nel corso degli ultimi venti anni sono state recuperate oltre ottocento accessioni di vite in diverse località ubicate soprattutto lungo il litorale toscano e nelle isole, che sono state raccolte in 7 vigneti di collezione (fig. 1). Soltanto una parte di queste sono state iscritte al Repertorio Regionale delle Risorse Genetiche Autoctone (<http://germoplasma.arsia.toscana.it/Germo/>) da parte del nostro gruppo di ricerca. Un primo obiettivo è stato quello di chiarire alcuni casi di omonimia e sinonimia, sulla base di osservazioni morfologiche e test molecolari, in seguito sono state

eseguite osservazioni fenologiche fenologiche e qualitative sulle uve utilizzando le piante coltivate nel medesimo ambiente.

Caratterizzazione varietale. Le analisi ampelografiche hanno evidenziato che i biotipi di “Durella gentile” (figg. 2-3) coltivati nel nord della Lunigiana sono morfologicamente e geneticamente distinti (D’Onofrio *et al.*, 2002) dai cloni del vitigno “Durella” iscritto al registro nazionale delle varietà di vite (RNVV) e diffuso nell’Italia nord-orientale (soprattutto in provincia di Vicenza). Anche in Lunigiana esistono due tipologie di “Durella”, una più diffusa e più interessante dal punto di vista agronomico, denominata “Durella gentile”, evidenziata dalle sigle Co e Ru, e un’altra più rara, reperita in un solo vigneto indicata con la sigla Br.

Un gruppo di accessioni a bacca bianca conosciute localmente come “Verdella”, “Verdarella” e “Verduschia” in passato ritenute varietà distinte, pur avendo mostrato tra loro alcune differenze ampelografiche mostrano lo stesso profilo molecolare dei vitigni “Verdicchio” e “Verdello” (fig. 4), tuttora iscritte come varietà diverse al RNVV e coltivate in Toscana e in altre regioni italiane (Scalabrelli *et al.*, 2008). La variabilità morfologica è attribuibile a differenze clonali in quanto le accessioni confrontate erano esenti dai principali agenti virali della vite.

L’analisi ampelografica e molecolare ha permesso di evidenziare l’unicità dei vitigni “Pizzamosca” o “Pinzamosca” (Scalabrelli *et al.*, 2008) e

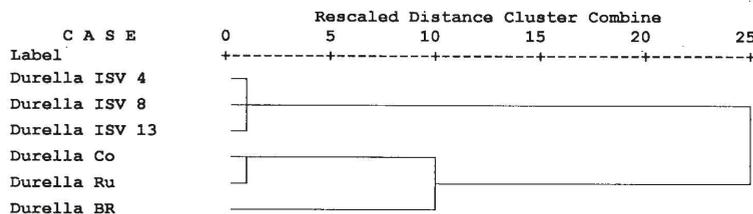


Figura 2: Dendrogramma ottenuto dai dati ampelografici di accessioni di Durella vicentina (cloni ISV 4-8-13) e accessioni di Durella reperite in Lunigiana (Co-Ru-Br).

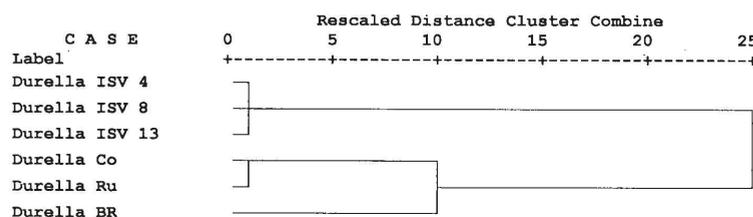


Figura 3: Dendrogramma ottenuto da polimorfismo dei loci microsatelliti di accessioni di Durella vicentina (cloni ISV 4-8-13) e accessioni di Durella gentile reperite in Lunigiana (Co-Ru-Br).

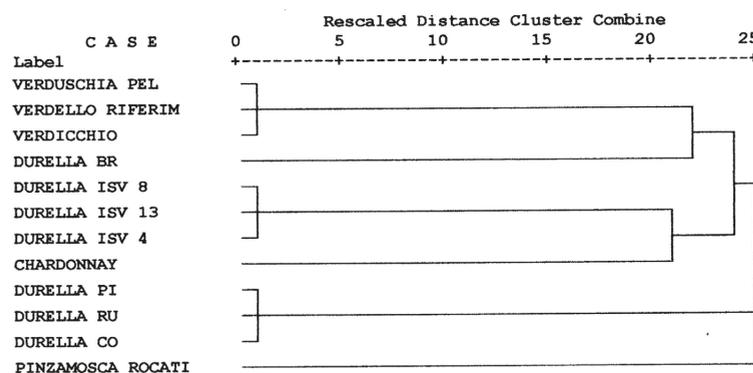


Figura 4: Dendrogramma ottenuto da polimorfismo dei loci microsatelliti di accessioni reperite in Lunigiana e vitigni di riferimento (Verdello, Durella vicentina cloni ISV4-8-13, Chardonnay)

“Rosa R”, che si trovano esclusivamente nel territorio della Lunigiana (fig. 5). Grazie a queste peculiarità sono state incluse nel Registro Regionale delle Risorse Genetiche Autoctone a Rischio di Estinzione. Le interessanti caratteristiche agronomiche e qualitative riscontrate indicano che questi due vitigni potrebbero essere idonei per la reintroduzione in coltivazione.

Lo studio del polimorfismo dei microsatelliti ha permesso di distinguere diverse accessioni della zona Lunigiana indicate con il nome di “Pollera”, le quali pur avendo tutte bacche di colore rosso-violaceo e grappoli mediamente compatti di forma conica, hanno profili molecolari diversi (fig. 6) e foglie con differenti caratteristiche morfologiche (Scalabrelli *et al.*, 2008). L'utilizzo del

termine “Pollera” a cui si è aggiunto “Corlaga”, nome di una località della Lunigiana, è stato utilizzato per vitigni diversi e forse si deve al fatto che in passato si dava più importanza alle caratteristiche del grappolo che a quelle della foglia. Altri vitigni a bacca nera ritenuti di particolare interesse qualitativo sono risultati “Marinello”, “Bracciola”, “Monferrato” e “Rossara” (Scalabrelli *et al.* 2005) che tra di loro evidenziano nette differenze ampelografiche (figg. 6-7) e molecolari. Inoltre il vitigno localmente chiamato “Groppello”, ha mostrata la stessa configurazione allelica del “Groppello gentile” denominato anche “Groppello di Mocasina” (Costantini *et al.*, 2001) diffuso in un areale completamente diverso (Trentino Alto Adige).



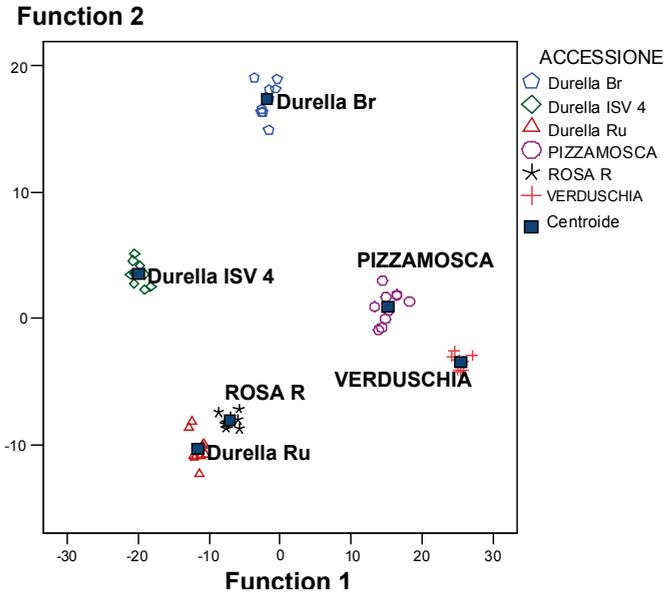


Figura 5: Centroidi ottenuti dall'analisi discriminante dei dati ampeleografici di accessioni reperite in Lunigiana e di Durella vicentina (clone ISV 4).

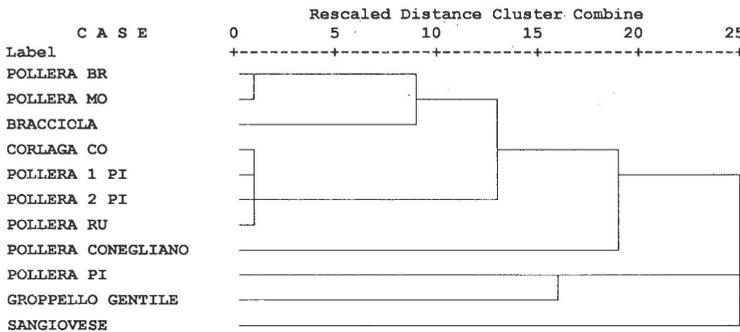


Figura 6: Dendrogramma ottenuto dal polimorfismo dei loci microsatelliti di accessioni di Pollera, Bracciola, Corlaga, Groppello gentile e Sangiovese.

Una grande variabilità genetica è stata trovata nel gruppo di accessioni a bacca nera aromatica recuperate in Lunigiana e indicate come “Moscatto nero” o “Moscatello nero” (Scalabrelli *et al.*, 2005). Le analisi molecolari hanno confermato la notevole diversità genetica di queste accessioni di Moscatto a bacca nera, al punto che soltanto alcune di esse presentano lo stesso profilo allelico di “Moscati” provenienti da altre zone, come “Moscatto d’Amburgo”, “Moscatto di Scanzo” e “Moscatto nero d’Acqui” (fig. 8).

Infine, l’accessione indicata come “Morellino pizzuto”, reperita in diverse località della Toscana ha mostrato una configurazione allelica

identica al “Sanforte” un’antica varietà diffusa in Toscana, recentemente registrata al RNVV (Bandinelli *et al.*, 2006; Scalabrelli *et al.*, 2008). Questo vitigno è risultato particolarmente diffuso nella zona di Scansano (Gr), insieme ad altri vitigni che avevano caratteristiche peculiari (tab. 1). In particolare possiamo sottolineare la moderata dimensione del grappolo e l’elevata ricchezza di antociani dell’“Aleatico” e l’elevato contenuto in polifenoli totali del “Ciliegiolo” e del “Morellino pizzuto”.

Queste varietà hanno mostrato anche un’ampia variabilità nel profilo antocianico (tab. 2) a testimonianza di un’ampia variabilità genetica. In

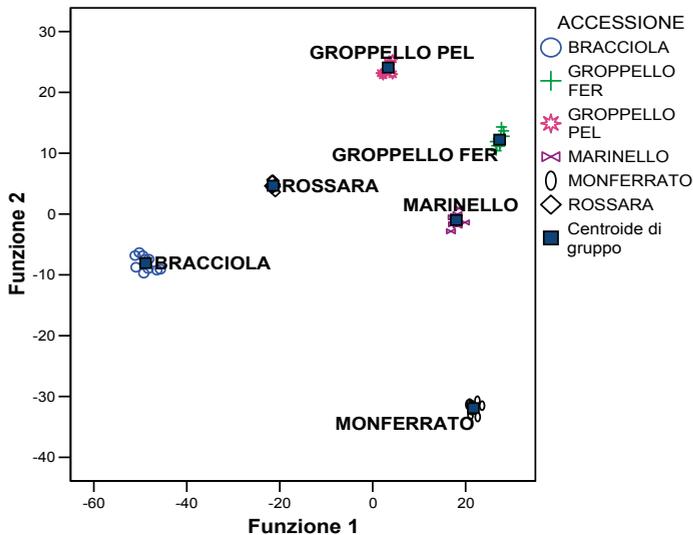


Figura 7: Centroidi ottenuti dall'analisi discriminante dei dati ampelografici di accessioni a bacca nera reperite in Lunigiana.

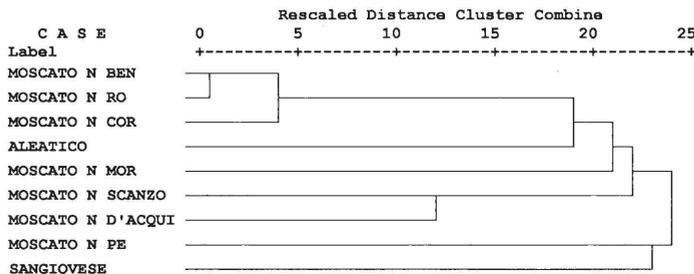


Figura 8: Dendrogramma ottenuto dal polimorfismo dei loci microsatelliti di alcune accessioni a bacca nera ad aroma Moscato reperite in Lunigiana.

particolare l'“Alicante” è il più ricco di malvina, mentre il “Morellino pizzuto” è il più ricco di Peonina ed ha scarso contenuto di antocianine acilate e cumarate mentre “Aleatico” e “Alicante” hanno forme acilate e cumarate della Malvidina, quest'ultime rilevate anche sul “Bonamico” (tab. 2).

Aspetti fenologici e qualitativi. Differenze di rilievo sono state trovate nelle diverse fasi fenologiche, nella precocità di maturazione e nella potenzialità di accumulo degli zuccheri al momento della vendemmia (Scalabrelli e Tamburini, 1999) in un gruppo di vitigni provenienti dalle province di Lucca, Pisa e Livorno, raccolti nella collezione di Peccioli (Pi).

In Lunigiana, invece, dove l'ambiente è più freddo e quindi le condizioni climatiche sono meno favorevoli all'accumulo degli zuccheri, non tutti i vitigni raggiungono un livello di maturazione idoneo all'ottenimento di vini strutturati e di gradazione alcolica sufficiente. Le osservazioni condotte nell'arco di più anni hanno evidenziato come alcuni vitigni siano stati in grado di produrre uve idonee alla vinificazione con un adeguato contenuto di polifenoli (Scalabrelli *et al.*, 2004) e più in particolare “Bracciola”, “Pollera”, “Foscara” e “Marinello”, quest'ultimo aveva anche un elevato livello di antociani (tab. 3).

Il vitigno Rosa R è dotato di elevata precocità di germogliamento e di maturazione, e può fornire vini di gradazione sostenuta.

Tabella 1: Caratteristiche dei grappoli di alcuni vitigni a bacca nera reperiti nella zona del Morellino di Scansano (Gr).

Varietà	Peso grappolo (g)	Peso acino (g)	Antociani totali (mg/L)	Polifenoli totali (mg/L)
Morellino pizzuto*	311	2,12	693	3635
Bonamico	317	1,79	434	2300
Aleatico	135	1,56	714	1856
Ciliegiolo	436	1,80	528	3818
Alicante	246	1,75	635	1654

* Successivamente identificato come ‘Sanforte’ (Scalabrelli et al., 2008).

Tabella 2: Profilo antocianico di alcuni vitigni a bacca nera reperiti nella zona del Morellino di Scansano (Gr).

Anthocyanins (%)	Aleatico	Alicante	Morellino pizzuto	Bonamico
Delphinidin 3-O-glucoside	2,13	5,06	6,76	2,49
Cyanidin 3-O-glucoside	0,14	0,86	16,95	0,31
Petunidin 3-O-glucoside	7,36	10,72	11,18	4,63
Peonidin 3-O-glucoside	4,92	7,64	24,35	11,82
Malvidin 3-O-glucoside	44,45	62,58	39,55	53,74
Delphinidin 3-O-(6-O-acetyl)-glucoside	0,08	0,25	0,03	1,05
Cyanidin 3-O-(6-O-acetyl)-glucoside	0,01	0,17	0,01	0,04
Petunidin 3-O-(6-O-acetyl)-glucoside	0,01	0,32	0,03	0,01
Peonidin 3-O-glucoside-5-O-glucoside	0,57	0,46	0,02	0,99
Malvidin 3-O-(6-O-acetyl)-glucoside	5,36	7,98	0,01	0,29
Delphinidin 3-O-(6-O-coumaryl)-glucoside	0,04	0,24	0,02	0,58
Malvidin 3-O-(6-O-caffeoyl)-glucoside	0,02	0,02	0,19	0,17
Cyanidin 3-O-(6-O-coumaryl)-glucoside	0,97	0,33	0,13	2,51
Petunidin 3-O-(6-O-coumaryl)-glucoside	1,42	0,66	0,11	1,69
Peonidin 3-O-(6-O-coumaryl)-glucoside	0,63	0,40	0,33	2,67
Malvidin 3-O-(6-O-coumaryl)-glucoside	31,89	2,29	0,36	17,01

La Durella gentile si caratterizza per freschezza e buon livello di estratto secco netto, mentre la Verduchia abbina a un discreto grado alcolico un elevato livello di acidità fissa (tab. 3).

In questo periodo le indagini proseguono anche per caratterizzare il loro profilo aromatico e comprendere potenziale qualitativo dei genotipi (D’Onofrio *et al.*, 2008).

Tra i vini a bacca nera ottenuti in Lunigiana la

maggiore gradazione è stata raggiunta, dopo un leggero appassimento, nella “Moscatella nera”, la quale si è rivelata particolarmente interessante per produrre un vino passito (Scalabrelli *et al.*, 2008).

Inoltre sono stati definiti i profili sensoriali dei vini ottenuti da “Moscatello nero”, “Marinello”, “Bracciola”, “Pollera”, “Rossara”, “Bonamico”, “Abrusco”, “Durella gentile” e “Verduchia”, “Rosa R” e “Pizzamosca”, (Ducci *et al.*, 2011).

Tabella 3: Principali caratteristiche fisico chimiche dei vini ottenuti da vitigni recuperati in Lunigiana.

Vitigno	Alcool % vol	pH	Acidità totale (g/L)	Estratto secco netto (g/L)	Polifenoli totali (mg/L)	Antociani totali (mg/L)
<i>Vini bianchi</i>						
Durella gentile	11,30	3,23	6,31	21,5	270	
Pizzamosca	12,20	3,29	5,7	18,1	190	
Rosa R	13,05	3,35	5,32	17,4	199	
Verduschia	12,48	3,06	7,39	21,51	197	
<i>Vini rossi</i>						
Rossara	11,05	3,38	6,64	21,9	1851	83
Marinello	11,52	3,09	6,52	25,0	2194	305
Pollera	11,91	3,27	6,18	23,8	2995	50
Moscatella Nera	13,86	3,26	6,95	34,1	1915	203
Bracciola Nera	10,92	3,27	6,01	24,5	2435	211

Progettazione e Sviluppo di un Database. Il software per un “database universale della vite” che è stato progettato e realizzato ha le seguenti caratteristiche. Gli utenti registrati hanno la possibilità di presentare e gestire i propri dati con la supervisione di un comitato scientifico. I dati introdotti hanno tre diversi livelli di visualizzazione: livello privato (i dati sono visibili solo al suo submitter), livello medio (i dati sono visibili a tutti gli altri submitter), pubblico (i dati sono visibili a tutti gli utenti pubblici). Quando un componente introduce i dati del microsatellite nel database l'applicazione consente una procedura di normalizzazione specifica basata su alcune accessioni specifiche chiamate “accessioni di sistema”. Le principali classi di dati rappresentati nel database sono il vitigno, i descrittori fenologici, produttivi ampelografico-ampelometrici e gli aromi. Sono state attuate diverse possibili opzioni di ricerca: una ricerca generale di varietà e per altro parametro, una ricerca di parametri ampelografico e ampelometrico, una ricerca di profilo dei microsatelliti. Circa il profilo microsatellite è possibile una ricerca per un determinato intervallo e anche una procedura particolare di standardizzazione.

L'applicazione è stata adottata per il Database Viticolo Italiano sul web all'indirizzo <http://www.vitisdb.it>, gestito dal “Vitis Database Working Group”, che comprende tutti i maggiori istituti di ricerca italiani che operano nel settore viticolo ed è amministrato dal dottor Claudio D'Onofrio.

Conclusioni

Il germoplasma viticolo reperito nelle province del litorale toscano è rappresentato da genotipi aventi una grande variabilità nelle caratteristiche morfologiche fenologiche e qualitative, suggerendo la possibilità di un loro utilizzo per l'introduzione in coltivazione. Alcune varietà sono ancora in fase di identificazione genetica al fine di identificare i casi di sinonimia e omonimia. Per gestire queste informazioni è stato progettato un database viticolo universale e costituito il Database Viticolo italiano. In questo database gli utenti registrati hanno la possibilità di immettere e gestire i propri dati che sono accessibili a tre diversi livelli di visualizzazione: privato, intermedio e pubblico. L'applicazione è presente sul web all'indirizzo <http://www.vitisdb.it>.

Ringraziamenti

Ricerche supportate dalla Collemassari s.p.a., dalla Fondazione Bertarelli e dalle province di Grosseto e Massa Carrara

Bibliografia

- [1] R. Bandinelli, L. Ceseri, M. Di Vecchi-Staraz, R. Orlandini, L. Pieragnoli, M. Boselli. Caratterizzazione viticolo-enologica del vitigno Sangiovese Forte (alias "Sanforte"). Atti Convegno Nazionale I Vitigni Autoctoni Minori, Sessione 2, Torino, 2006: 1-4.
- [2] P. Bucelli, G. Scalabrelli, F. Giannetti. Potenziale fenolico e profilo antocianico di una serie di vitigni a bacca nera rinvenuti in Lunigiana. Atti del 4° Convegno Nazionale "Biodiversità – Germoplasma locale e sua valorizzazione" Alghero, 8-11 settembre 1998: 371-374.
- [3] L. Costantini, I. Roncador, M.S. Grando. Il caso dei Gropello della val di Non chiarito con le analisi del DNA. L'inf. Agrario, Verona, 2001, LVII (45): 53-56.
- [4] R. Di Stefano, F. Mattivi, M. Caburazzi, E. Giustini, and L. Bonifazi. Evoluzione della composizione fenolica dell'uva Sagrantino durante la maturazione. Rivista di Viticoltura e di Enologia, 2008, 1: 39-61.
- [5] C. D'Onofrio, G. De Lorenzis, G. Scalabrelli. Studio sulla biosintesi degli aromi nelle uve di "Sangiovese". Terzo Simposio Internazionale sul Sangiovese. Modelli di terroir per vini d'eccellenza, Firenze 3-5 dicembre 2008: pp. 26.
- [6] C. D'Onofrio, G. Mattei, G. Scalabrelli, R. Vignani. Caratterizzazione varietale assistita con marcatori molecolari delle Durelle autoctone della Lunigiana. Atti VI giornate scientifiche SOI, Spoleto, 2002, Vol. 1: 79-80.
- [7] C. D'Onofrio, G. Scalabrelli. Un database viticolo universale. Italus Hortus, 2010, 17 (suppl. n. 3): 328-333.
- [8] E. Ducci, C. D'Onofrio, C. Fausto, G. Ferroni, G. Scalabrelli. "The exploitation of some minor varieties of the 'Colline Pisane' as data of regional competitiveness." Wine and Food Tourism First European Conference. Volterra (Pisa) 13-15 April 2011: 41-44: ISBN 978-884672967-5.
- [9] G. Ferroni, G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, E. Ducci, A. Beconcini. Caratteristiche qualitative e sensoriali di alcuni a bacca nera delle Colline Pisane. Convegno "I Vitigni Autoctoni Minori", Villa Gualino, Torino, 30 Nov.-I Dic. 2006. Vol. unico, Sessione 4: 25-31, ISBN: 88-6136-001-7.
- [10] OIV, 2009. 2nd edition of the OIV descriptor list for grape varieties and Vitis species. <http://www.oiv.org/>.
- [11] Registro Regionale Risorse Genetiche Autoctone: <http://germoplasma.arsia.toscana.it/Germo/>
- [12] G. Scalabrelli. I vitigni autoctoni. Locus. Felici Editore, Pisa 2007 (7): 45-52.
- [13] G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, G. Ferroni. Salvaguardia e valorizzazione del germoplasma viticolo toscano. Atti Conv. Int. "Valore e funzione dei vitigni autoctoni e tradizionali" Villa Caruso Bellosguardo, 10/12/2002, 2004: 111-125.
- [14] G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, G. Ferroni, G. De Lorenzis. Qualitative and ampelographic characteristics of some grapevine varieties recovered in the area of Massa Carrara province. Acta, 2nd Int. Cong. of Mountain And Steep Slope Viticulture, CERVIM, Monforte de Lemos, Spagna, February, 13-15th 2008: 11.
- [15] G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, G. Ferroni, G. De Lorenzis F. Giannetti, M. Baldi. L'identità del Morellino Pizzuto. Terzo Simposio Internazionale sul Sangiovese. Modelli di terroir per vini d'eccellenza, Firenze 3-5 dicembre 2008, pp. 8.
- [16] G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, G. Ferroni, G. Mattei. Moscatello nero. Il germoplasma viticolo toscano. Vitigni da uva nera. ARSIA Il germoplasma toscano 2005, (9): 167-171.
- [17] G. Scalabrelli, R. Tamburini Il germoplasma viticolo (*Vitis vinifera* L.) del litorale toscano. Osservazioni sul patrimonio genetico delle province di Massa Carrara, Lucca, Pisa e Livorno. Italus Hortus, 1999, 6 (4): 16.
- [18] G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, G. Ferroni, G. Mattei, S. Paolicchi. Rossara. Il germoplasma viticolo toscano. Vitigni da uva nera. ARSIA Il germoplasma toscano, 2005, 9: 228-231.
- [19] G. Scalabrelli, C. D'Onofrio, G. Ferroni, S. Paolicchi, G. Mattei. Pizzamosca. Il germoplasma viticolo della Toscana: 2. Vitigni ad uva bianca, ARSIA Regione Toscana, 2008, 10: 148-151.

Le viti selvatiche

Marcello Bornice^{1*}, Giancarlo Scalabrelli¹, Claudio D'Onofrio¹

Parole chiave: Viticoltura, Ampelografia, Genetica.

La vite selvatica, *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi, secondo le opinioni più accreditate rappresenta la progenitrice dell'attuale *Vitis vinifera*. Ancora oggi, si ritrova allo stato spontaneo nella maggior parte delle regioni che si affacciano sui bacini del Mediterraneo, del Mar Nero e del Mar Caspio. In Italia è molto frequente nella Maremma toscana ed in Sardegna. Consapevoli dell'importanza scientifica di questa specie botanica, il nostro Dipartimento ha intrapreso una ricerca per la salvaguardia e lo studio ampelografico, molecolare e filogenetico delle viti selvatiche reperite in Toscana, con particolare riferimento a quelle presenti in Maremma.

Sono state finora individuate 167 accessioni in diversi habitat, di cui una settantina sono state poste in una apposita collezione, al fine di effettuare osservazioni ampelografiche, fenologiche qualitative e molecolari (microsatelliti nucleari e cloroplastici).

Tutti i biotipi risultano fra loro diversi, seppure per un numero differente di caratteristiche. Le indagini finora compiute hanno indicato un'ampia variabilità genetica sottolineata dalle caratteristiche morfologiche, fenologiche e qualitative (piante maschili, femminili, a bacca nera e bianca), tra le quali emergono profili antocianici delle uve assai peculiari.

Nell'ambito del materiale recuperato, grazie all'utilizzo dei marcatori molecolari è stato possibile mettere in evidenza come alcune presunte accessioni di vite selvatica appartengano in realtà alla sottospecie *vinifera*. La caratterizzazione molecolare mostra una notevole variabilità genetica anche tra accessioni fisicamente vicine tra loro.

Le uve ottenute dal vigneto dai biotipi in collezione hanno raggiunto un buon livello di maturazione tecnologica, risultando particolarmente ricche di antociani e polifenoli totali. Dalle micro-vinificazioni effettuate durante le ultime vendemmie sono stati ottenuti da alcune accessioni dei vini interessanti.

Le indagini ancora in corso hanno lo scopo di ampliare il numero delle accessioni, e di valutare anche l'eventuale vicinanza genetica con i vitigni attualmente coltivati in Toscana.

Introduzione

La vite coltivata, *Vitis vinifera* L. appartiene alla famiglia delle *Vitaceae* (foglie palmato-lobate, frutto a bacca), sottofamiglia *Ampelideae* (piante a fusto rampicante per mezzo di viticci caulinari), genere *Vitis*. Il genere *Vitis* include 2 sottogeneri: *Muscadinia* e *Vitis*.

La *Vitis vinifera* comprende 2 sottospecie, *sylvestris* (viti selvatiche), e *sativa* (viti coltivate). La vite selvatica (Figura 1), *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi, spontanea nella maggior parte delle regioni che si affacciano sul bacino del

Mediterraneo, del Mar Nero e del Mar Caspio, cresce prevalentemente in zone umide e boschive, e secondo le opinioni più accreditate rappresenta la progenitrice dell'attuale *Vitis vinifera*

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali (DiSAAA-a), Università di Pisa

* e-mail: marcello.bornice@for.unipi.it



Figura 1: Vite selvatica.

(Martinez De Toda *et al.*, 1999; Sefc *et al.*, 2003; Arroyo-Garcia *et al.*, 2006; Cunha *et al.*, 2006; Cunha *et al.*, 2009; Hasna Zinelabidine *et al.* 2010; Santana *et al.*, 2010). In Italia è particolarmente abbondante in particolare nella Maremma toscana e in Sardegna (Anzani *et al.*, 1993; Lovicu, 2007).

Simile alle viti coltivate (secondo le opinioni più accreditate ne rappresenta la progenitrice), si distingue da queste, grazie a sostanziali differenze ampelografiche:

- presenza di infiorescenze solo maschili o solo femminili (pianta dioica);
- grappoli e acini più piccoli con grappoli molto più spargoli (frequentemente a bacca nera);
- presenza di dimorfismo fogliare tra piante di sesso maschile che presentano foglie profondamente lobate, e piante di sesso femminile che hanno foglie intere, con seno peziolare più aperto (Figura 2);
- vinaccioli di forma più tondeggianti e becco più corto rispetto al diametro trasversale.

La forma del vinacciolo è stata ritenuta particolarmente importante per la classificazione e per evidenziare anche legami filogenetici (Rivera *et al.*, 2007; Terral *et al.*, 2010), e si può notare come effettivamente i vinaccioli di *V. vinifera* subsp. *sylvestris* abbiano una forma più tondeggianti e becco più corto della *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (Figura 3).

Consapevoli dell'importanza scientifica che questa pianta riveste, abbiamo intrapreso una ricerca per la salvaguardia e lo studio ampelografico, molecolare e filogenetico delle viti selvatiche



Figura 2: Dimorfismo fogliare: a sinistra, foglia proveniente da pianta a sesso maschile; a destra, foglia di pianta a sesso femminile.



Figura 3: Forma dei vinaccioli in *V. vinifera* (a sinistra cv. Barsagliana) e *V. sylvestris* (a destra).

presenti in Maremma toscana, individuando e catalogando biotipi rinvenuti in diversi habitat delle province di Siena e Grosseto (Figura 4).

Materiali e metodi

Sono state finora individuate 167 accessioni di cui una settantina poste in collezione, utilizzando uno specifico sistema di allevamento (Totem, Figura 5) presso l'azienda ColleMassari S.p.A. di Cinigiano (GR), sulle quali sono state condotte osservazioni ampelografiche, qualitative e molecolari (microsatelliti nucleari e cloroplastici), secondo i metodi ufficiali più aggiornati (OIV, 2007; Vignani *et al.*, 2008). La caratterizzazione molecolare è stata effettuata presso il laboratorio di Ricerche Viticole ed Enologiche del

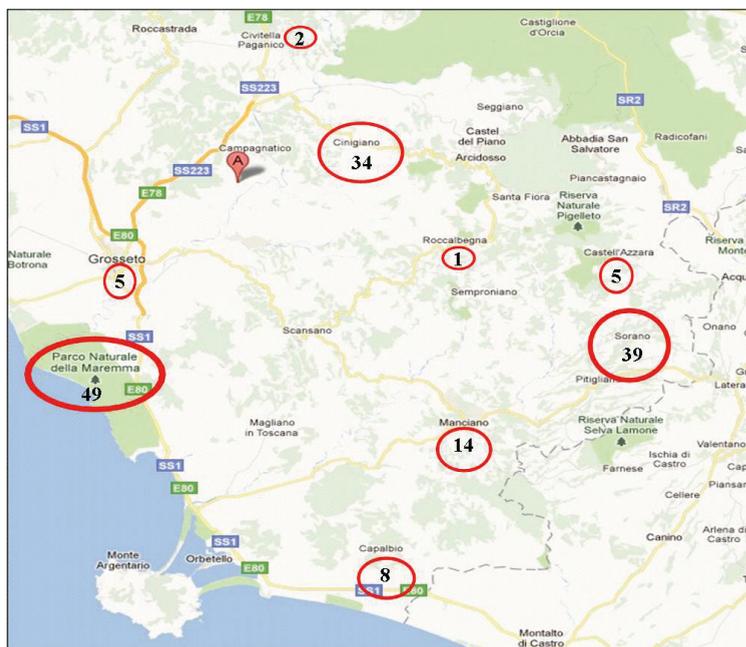


Figura 4: Numero di accessioni rinvenute per zona.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali (Università di Pisa) analizzando il polimorfismo di dieci loci microsatelliti (VVS2; VVMD5, VVMD6, VVMD7, VVMD17, VVMD21, VVMD24, VVMD27, ssrVrZAG62, ssrVrZAG72), comprendente i sei loci indicati da EU-project GENRES CT96 N.81 (1997). Il contenuto delle sostanze fenoliche degli acini è stato determinato secondo il metodo proposto da Di Stefano *et al.* (2008), leggermente modificato, e il profilo antocianico delle bucce secondo la metodologia adottata in un precedente lavoro (Bucelli *et al.*, 1998). I dati, previa standardizzazione sono stati sottoposti ad analisi multivariata mediante pacchetto SPSS19).

Tabella 1: Distribuzione percentuale per sesso e colore del materiale classificato.

SESSO	%	COLORE	%
Non-definito	7	Bianca	23
Femminile	60	Nera	67
Maschile	33		

Risultati

Nell'ambito del materiale reperito (ancora non tutto classificato) le accessioni a infiorescenze maschili rappresentano il 33 % mentre quelle a fiori femminili rappresentano il 60 %, tra le quali prevalgono quelle a bacca nera (67 %; Tabella 1).

Caratteristiche ampelografiche

Tutti i biotipi presi in considerazione risultano fra loro diversi, seppure per un numero differente di caratteristiche ampelografiche. A livello del germoglio ad esempio, le differenze principali riguardano la forma dell'apice e la forma, la dimensione ed il colore della 4° foglia.

Le caratteristiche morfologiche delle foglie variano ampiamente, essendo da intere a trilobate o pentalobate, con seno peziolare aperto, o poco aperto, bollosità leggera o media. Varia molto anche la tomentosità della pagina inferiore, da assente ad elevata, caratterizzata da peli dritti a striscianti. Variabile è anche il colore delle nervature e del picciolo, da rosso violaceo a verde.

Notevoli le differenze anche per i grappoli, che possono essere più o meno spargoli, con forma e dimensioni diverse, con o senza ali.



Figura 5: Sistema di allevamento a "Totem".

Analisi del polimorfismo dei loci microsatelliti

La genotipizzazione molecolare di una parte delle accessioni in studio è stata effettuata analizzando il polimorfismo dei microsatelliti (SSR: Simple Sequence Repeat), i quali consentono di mettere in evidenza eventuali gradi di parentela con i vitigni coltivati oppure tra cui vitigni rari a rischio di estinzione.

Dall'analisi delle distanze utilizzando i 10 loci microsatelliti analizzati è stato ottenuto un dendrogramma (Figura 6) che mostra il grado di similarità tra le accessioni analizzate.

Dall'analisi dei profili dei microsatelliti nucleari sono emersi genotipi simili provenienti dalla medesima popolazione e anche genotipi che manifestano sostanziali differenze genetiche indipendenti dalla zona di provenienza. È stata notata, inoltre, la presenza di accessioni che potrebbero essere delle *sative* inselvatichite oppure ibridi naturali tra *Vitis vinifera* subsp. *sativa* e *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*.

Dall'analisi dei microsatelliti cloroplastici è emerso che le accessioni analizzate si identificano esclusivamente nei clorotipi A e D: il clorotipo A, molto frequente nei presunti centri di origine secondaria dell'Europa Occidentale, e il clorotipo D predomina nei centri di origine dell'Europa Orientale.

Dai nostri dati emerge che la maggioranza delle accessioni recuperate come *sylvestris* presentano il clorotipo A, mentre i vitigni coltivati sono

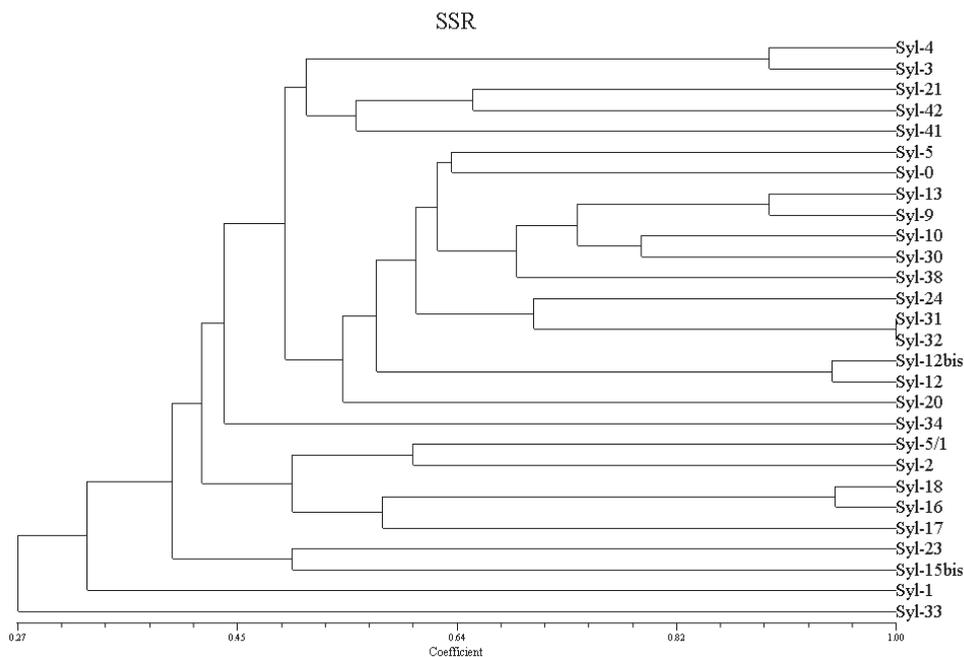


Figura 6: Dendrogramma ottenuto dall'analisi di 10 loci microsatelliti su *V. vinifera* subsp. *sylvestris*. (Laboratorio di Viticoltura ed enologia di S. Piero).

risultati in prevalenza di clorotipo D. Inoltre, il clorotipo D di alcune presunte *syvestris* conferma che queste possano effettivamente essere delle sative inselvatiche o incroci intraspecifici tra *syvestris* e sative presenti sugli areali di prelievo. Solo alcuni biotipi sono risultati essere geneticamente abbastanza simili tra di loro, mentre è stata evidenziata una variabilità genetica anche tra accessioni fisicamente vicine tra loro. Ciò è dovuto sicuramente al tipo di propagazione per seme, che è avvenuta spontaneamente negli anni.

Il profilo antocianico

Da bucce e vinaccioli, a maturazione, sono stati estratti antociani e polifenoli. In generale, si può affermare che le *V. syvestris* sono più ricche di antociani espressi in malvidina, e meno dotate di polifenoli totali espressi in catechine nelle bucce rispetto alle cultivar di *V. vinifera*. Inoltre, è stato messo in evidenza in precedenti lavori che le viti selvatiche presentano dei profili antocianici assai differenti (Revilla *et al.*, 2007).

Confrontando il profilo antocianico del Sangiovese e un'accessione di *V. syvestris*, si nota la netta differenza nella loro composizione percentuale (Figura 7).

Nel Sangiovese la distribuzione è più equilibrata con prevalenza di malvina seguita da cianina e peonina.

Nelle *syvestris* la malvina è sempre la antociana prevalente soltanto che qui è nettamente prevalente (rappresentata del 68,5 % del totale). La cianina e la peonina che nel Sangiovese erano rappresentate rispettivamente dal 21 % e dal 17 %, nelle *syvestris* sono presenti con il 2 % ed il 4,5 % rispettivamente.

Inoltre, il profilo antocianico di alcune accessioni di *syvestris* è stato confrontato con quello di alcuni vitigni coltivati in Toscana per valutare eventuali similarità. Da questo confronto sono scaturiti dei risultati molto interessanti.

Alcune *syvestris*, come ad esempio quelle denominate syl 37 e syl 5, hanno mostrato di avere un profilo molto vicino rispettivamente a quello del Ciliegolo e del Tempranillo.

Da notare, inoltre, le notevoli diversità dei profili anche tra le *syvestris* stesse.

Dall'analisi a cluster gerarchica dei valori dei profili antocianici, è stato ottenuto un dendrogramma costituito da quattro gruppi diversi rappresentati sia da vitigni coltivati che da *syvestris*, raggruppati per caratteristiche comuni (Figura 8):

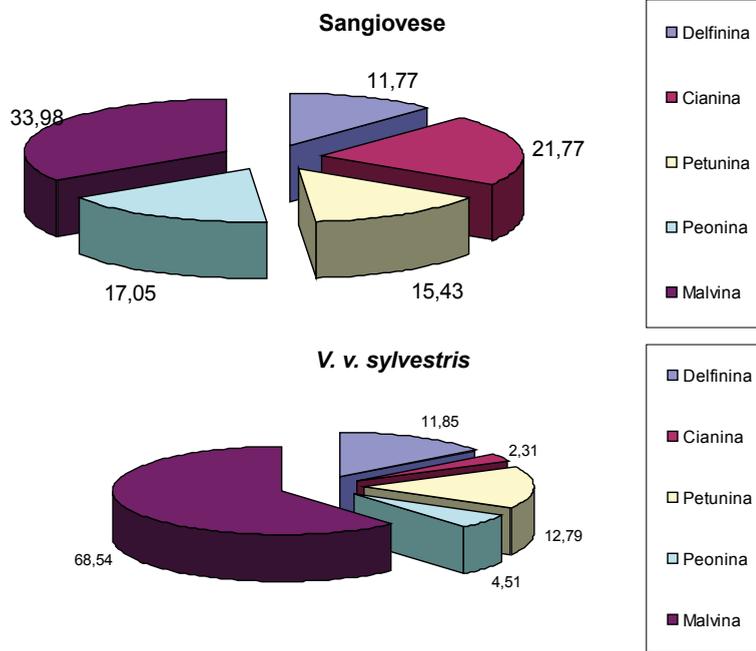


Figura 7: Confronto del profilo delle antocianine tra un Sangiovese (in alto) e una *V. syvestris* (in basso).

- del primo gruppo fanno parte Sangiovese, Cilieggiolo e quattro presunte accessioni di *sylvestris*, che hanno in comune la prevalenza della malvina rispetto a peonina e le altre antocianine. Questo gruppo presenta anche un basso rapporto tra antocianine trisostituite/disostituite e scarsa presenza di antocianine acetate e para-cumarate.
- nel secondo gruppo troviamo insieme al Bonamico due presunte accessioni di *sylvestris*, caratterizzate dalla prevalenza della malvina, medio rapporto antocianine trisostituite/disostituite e media presenza di malvina para-cumarata.
- il terzo gruppo comprende cinque accessioni di *sylvestris* caratterizzate da maggiore prevalenza della malvina e più elevato rapporto antocianine trisostituite/disostituite, con medio contenuto di antocianine acetate e para-cumarate.
- il quarto e ultimo gruppo comprende il Colorino e altre due presunte *sylvestris*, che sono meno omogenee.

Tuttavia, tra questi profili di nota sempre la prevalenza della malvina, e soprattutto è più elevato

il rapporto antocianine trisostituite/disostituite. Infine Barbera, Malvasia nera di Brindisi, identificata come Tempranillo (Storchi *et al.*, 2009) e un'accessione di *sylvestris* (64) non sono rientrati in nessuno dei gruppi precedentemente descritti, né formano un gruppo a se stante, poiché si diversificano nettamente da tutti gli altri per vari aspetti. In particolare, l'accessione di *sylvestris* mostra una nettissima prevalenza della peonina e un bassissimo rapporto antocianine trisostituite/disostituite.

Conclusioni

Il materiale reperito presenta ampia variabilità morfologica e genetica, oltre a profili antocianici delle uve a bacca nera assai peculiari.

L'analisi dei microsatelliti nucleari ha mostrato che alcune presunte accessioni di *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* sembrano derivare da vitigni già coltivati e inselvaticiti, mentre altre sarebbero incroci intraspecifici *sativa-sylvestris*.

Il reperimento di *V. v. sylvestris* continua con l'ampliamento del numero dei siti, in particolare all'interno del Parco Regionale della Maremma,

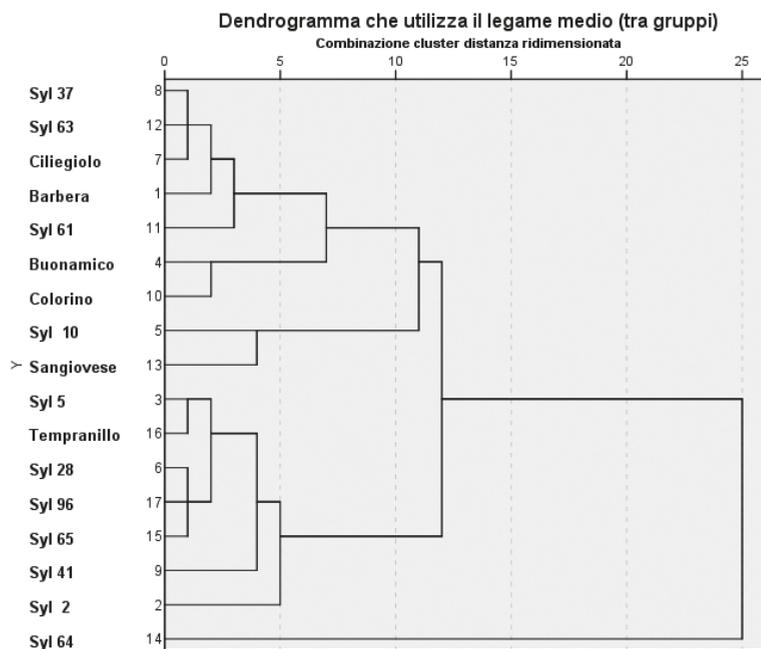


Figura 8: Dendrogramma ottenuto dall'analisi dei profili antocianici di alcuni vitigni toscani e di alcune accessioni di V. v. sylvestris.

mentre proseguono gli studi ampelografici e sul profilo antocianico delle uve a bacca nera e l'ulteriore genotipizzazione mediante altri tipi di marcatori molecolari a DNA.

Ringraziamenti

Progetto "Vite Sylvestris" della Fondazione Bertarelli (ex Montecucco) c/o ColleMassari (collezione e studio dei biotipi di Maremma – Cinigiano – GR).

Si ringrazia l'Ente Parco Regionale della Maremma per la disponibilità dimostrata.

Bibliografia

- [1] R. Anzani, O. Failla, A. Scienza, L. De Micheli. Individuazione e conservazione del germoplasma di vite selvatica (*Vitis vinifera sylvestris*) in Italia. *Vigneveni*, 1993, 6: 51-61.
- [2] R. Arroyo-García, L. Ruiz-García, L. Bolling, R. Ocete, M.A. López, C. Arnold, A. Ergul. Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) based on chloroplast DNA polymorphisms *Molecular Ecology*, 2006, 15: 3707-3714.
- [3] P. Bucelli, G. Scalabrelli, F. Giannetti. Potenziale fenolico e profilo antocianico di una serie di vitigni a bacca nera rinvenuti in Lunigiana. *Atti del 4° Convegno Nazionale "Biodiversità - Germoplasma locale e sua valorizzazione"* Alghero, 8-11 settembre 1998: 371-374.
- [4] J. Cunha, M. Baleiras-Couto, J.P. Cunha, J. Banza, A. Soveral, L. Carneiro, J.E. Eiras-Dias. Characterization of Portuguese populations of *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi. *Genet Resour Crop Evol.* 2007, 54:981-988.
- [5] J. Cunha, M. Teixeira Santos, L. Carneiro, P. Feveiro, J.E. Eiras-Dias. Portuguese traditional grapevine cultivars and wild vines (*Vitis vinifera* L.) share morphological and genetic traits. *Genet Resour Crop Evol.* 2009, 56: 975-989.
- [6] R. Di Stefano, F. Mattivi, M. Caburazzi, E. Giustini, and L. Bonifazi. Evoluzione della composizione fenolica dell'uva Sagrantino durante la maturazione. *Rivista di Viticoltura e di Enologia*, 2008, 1: 39-61.
- [7] Eu-Project Genres 081. "Primary description list for grapevine cultivars and species (*Vitis* L.)",

Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebelingen, Germany, 1997.

- [8] L. Hasna Zinelabidine, A. Haddioui, G. Bravo, R. Arroyo-García, J.M. Martínez Zapater. Genetic Origins of Cultivated and Wild Grapevines from Morocco. *Am. J. Enol. Vitic.* 2010, 61 (1): 83-90.
- [9] G. Lovicu. La Sardegna della vite è selvatica, antica, biodiversa. Darwin, quaderno n° 3, 2007.
- [10] F. Martínez De Toda, J.C. Sancha. Characterization of Wild Vines in La Rioja (Spain). *Am. J. Enol. Vitic.* 1999, 50 (4): 443-446.
- [11] OIV. 2nd edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. 2007. <http://www.oiv.org/>.
- [12] E. Revilla, D. Carrasco, A. Benito, R. Arroyo-García. Anthocyanin Composition of Several Wild Grape Accessions. *Am. J. Enol. Vitic.* 2010, 61: 636-642.
- [13] D. Rivera, B. Miralles, C. Obòn, E. Carreno, J.A. Palazòn. Multivariate analysis of *Vitis* subgenus *Vitis* seed morphology. *Vitis* 2007, 46 (4): 158-167.
- [14] J.C. Santana, M. Heuertz, C. Arranz, J.A. Rubio, J.M. Martínez-Zapater, E. Hidalgo. Genetic Structure, Origins, and Relationships of Grapevine Cultivars from the Castilian Plateau of Spain. *Am. J. Enol. Vitic.* 2007, 61 (2) 214-224. *Le metodologie per l'identificazione e la caratterizzazione dei vitigni*
- [15] K.M. Sefc, H. Steinkellner, F. Lefort, R. Botta, A. Da Câmara Machado, J. Borrego, E. Maleti, J. Glössl. Evaluation of the Genetic Contribution of Local Wild Vines to European Grapevine Cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 2003, 54 (1): 15-21
- [16] P. Storchi, A.B. Armanni, M. Crespan, E. Frare, R. Bandinelli, G. De Lorenzis, C. D'Onofrio, G. Scalabrelli. Indagine sull'identità delle Malvasie a bacca nera coltivate in Toscana. *Atti II Symposium International MALVASIA, La Palma (Spagna): 26-30 maggio 2009.*
- [17] J.F. Terral, E. Tabard, L. Bouby. Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany*, 2010, 105: 443-455.
- [18] R. Vignani, E. Masi, M. Scali, C. Milanese, G. Scalabrelli, W. Wang, E. Sensi, E. Paolucci, G. Percoco, and M. Cresti. A critical evaluation of SSRs analysis applied to Tuscan grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm. *Adv. Hort. Sci.* 2008, 22(1): 33-37.

Donne nel cuore caldo della Toscana

Pier Domenico Burgassi^{1*}

Parole chiave: geotermia, manifestazioni naturali, sorgenti termali

Figure femminili sono da sempre associate ai fenomeni geotermici a cominciare da Proserpina e Cerere: l'una rapita da Ade e confinata per sei mesi all'anno negli inferi, durante i quali la madre rimaneva in attesa sulla porta del regno sotterraneo che era identificata, in varie parti d'Italia, con le manifestazioni e sorgenti calde. Si continua con le sacerdotesse di un ordine religioso che potrebbe aver gestito i santuari termali della zona geotermica della Toscana conosciuti anche per la preparazione di medicinali e prodotti di bellezza, questi usati dalle donne etrusche e romane, fino ad arrivare a Lucrezia Tornabuoni, madre di Lorenzo dei Medici, che fu la prima "cliente famosa" del Bagno a Morba seguita dalla nuora Clarice Orsini. In quel periodo Bartolommeo Scala, segretario della Repubblica fiorentina e noto umanista, riprendendo una leggenda locale, compose un'epigrafe in latino dedicata alla ninfa Amorba ispirandosi alla figlia Alessandra, ragazza colta e di grande bellezza, che l'aveva più volte accompagnato nei soggiorni al Bagno. Il XVIII secolo vide nell'area geotermica Elisabetta Burroni, Pomarancina, madre dell'insigne anatomico e studioso del fenomeno geotermico Paolo Mascagni.

Il secolo successivo vide la contessa Paolina moglie di Francesco de Larderel che, come recita l'epigrafe del monumento posto nella Piazza Leopolda a Larderello, "pose il cuore ove lui pose l'ingegno". Nel "Regolamento generale dello stabilimento dell'acido boracico" sono indicate le maestre delle scuole infantili e le bambine e ragazze che frequentavano quelle scuole che rappresentano uno dei pochi casi in Europa di scuole istituite dal proprietario di un'industria per i figli di dipendenti aperta anche al sesso femminile (siamo a metà del XIX secolo!).

Oltre a tutte le donne che lavorarono nell'industria geotermica è il caso di ricordare le mogli dei dipendenti, molte delle quali, abitando ad alcuni chilometri dal posto di lavoro dei mariti, li raggiungevano portando sulla testa un paniere con il pasto che, nella pausa pranzo, consumavano con loro.

Segue la principessa Adriana de Larderel e dopo di lei, Madame Curie che, venuta a visitare Larderello e a studiare la radioattività dei soffioni, nell'occasione riuscì con la sua insistenza a far attivare in Italia la "Commissione per il Radio" ed il "Laboratorio per il Radio", pilastro scientifico degli studi di Fermi e dei suoi collaboratori.

Si dà per scontata la conoscenza dell'antico mito del rapimento di Proserpina da parte di Ade e del patto di Giove con Cerere per ottenerne la liberazione, almeno parziale, secondo la quale la figlia poteva risalire sulla terra all'inizio della primavera.

Da sempre le manifestazioni geotermiche e/o sorgenti calde sono state associate agli inferi e identificate come porte di ingresso di questo regno sotterraneo dalle quali entravano le anime ma potevano uscire le varie divinità, tra le quali

anche Proserpina che alla fine di ogni inverno era qui attesa dalla madre e per questo, si diceva in antico, che coltivando ai limiti delle manifestazioni naturali si anticipavano i raccolti grazie alla

gli autori

¹ Direttore Scientifico, Museo Le Energie del Territorio Radicondoli (SI);

* e-mail: pd.burgassi@gmail.com

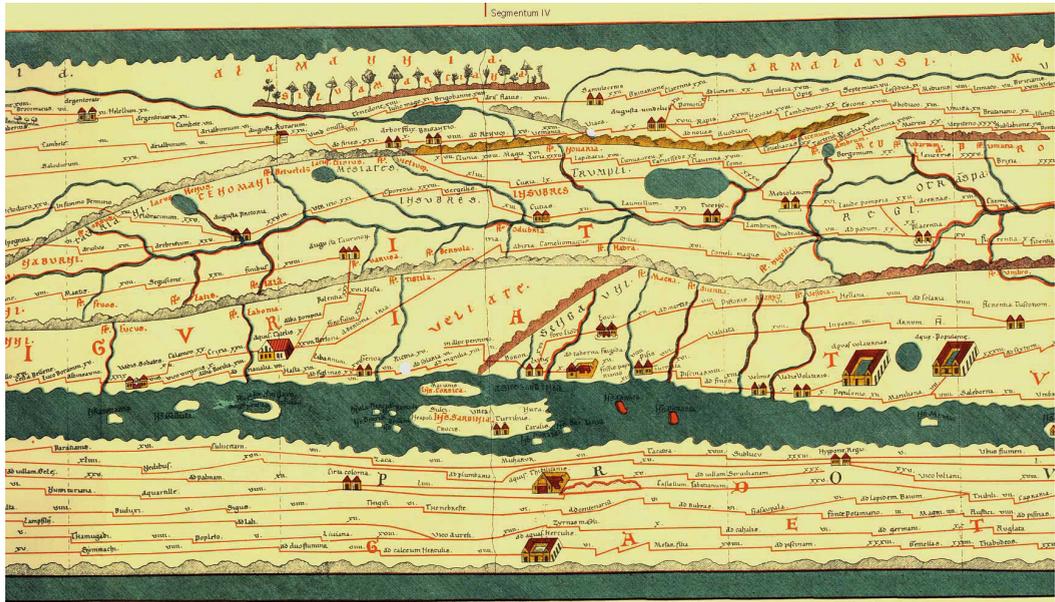


Figura 1: Tabula Itineraria Peutingeriana.

presenza della dea in attesa della figlia che annullava gli effetti di gelo e neve. È certo che gli etruschi ed in seguito i romani conoscevano le manifestazioni geotermiche naturali dell'area "boracifera" e, oltre a coltivare sui margini delle aree interessate, raccoglievano sui bordi di lagoni e putizze l'acido borico (conosciuto in epoca romana come *nitrum volaterranum*), che le acque calde vi depositavano, per utilizzarlo nella produzione di farmaci, nella saldatura dell'oro e dell'argento, nella preparazione degli smalti per il vasellame.



Figura 2: Terme del Bagnone, Sasso Pisano.

La Tabula Itineraria Peutingeriana (la prima carta geografica conosciuta, Fig. 1) riporta le due grandi stazioni termali del territorio geotermico: *Aquae Populoniae* e *Aquae Volaterranae* rappresentate con lo stesso simbolo di tutte le altre aquae, ma con dimensioni nettamente maggiori, come accade per le città che sono rappresentate con simboli di grandezza variabile a seconda della loro importanza.

Queste stazioni termali, note per la grande efficacia curativa di acque e fanghi, ma che, data la lontananza da grandi centri abitati, non potevano essere eccessivamente frequentate, probabilmente godevano di grande considerazione anche per la presenza di veri e propri laboratori farmaceutici dove si preparavano unguenti, pozioni, sciropi, oli e le famose "palle da cani" (masserelle di fango raccolto sui bordi dei lagoni, che, essiccate, venivano vendute nei mercati di tutto l'impero romano).

Nella Grecia classica e presso gli etruschi e i romani le stazioni termali erano veri e propri santuari, come testimoniano anche le numerose statuette votive ritrovate durante gli scavi del Bagnone (Fig. 2) vicino a Sasso Pisano: si riteneva infatti che il potere curativo delle acque fosse elargito da uno o più dei a cui queste erano

dedicate. È molto probabile che ordini monastici si occupassero della gestione dei santuari e curassero la preparazione dei medicinali (attività che si è conservata nel cristianesimo dall'età comunale, quando si svilupparono le corporazioni, fino al Rinascimento).

Conosciamo l'importanza della donna nella società etrusca, nella vita civile e religiosa. Sono noti i nomi di diverse sacerdotesse ed addirittura di donne magistrato, e sappiamo come l'ordine religioso più conosciuto in Italia, in epoca etruscoromana, fosse proprio quello femminile delle Vestali, custodi del fuoco, che i romani avevano ripreso da civiltà più antiche (ricordiamo la leggenda della nascita di Romolo e Remo figli della Vestale di Albalonga Rea Silvia). È possibile quindi pensare che ad occuparsi della preparazione dei medicinali nei "nostri santuari termali" ci fossero anche donne appartenenti ad un ordine religioso, che, tra le altre cose, potrebbero aver messo a punto una vera e propria "linea cosmetica" che prevedeva, tra l'altro, l'uso dell'acqua termale e del fango raccolto ed essiccato. Quest'ultimo, sciolto con olio d'oliva, serviva da maschera di bellezza. Venivano inoltre utilizzati acido borico, (nitrum volaterranum), zolfo, solfato di rame. In particolare il sale di Rame (originato dall'azione dello zolfo presente nei fluidi geotermici sul rame di cui erano ricche le ofioliti presenti nell'area boracifera) conosciuto come vetriolo azzurro o di Cipro (secondo alcuni perché presente in gran quantità sull'isola del rame, ma anche perché dello stesso colore degli occhi di Venere nata secondo la tradizione sull'isola dal mare della baia di Pafos) era comunemente utilizzato nella coltivazione della vite, come antiparassitario, ma perfino nella cosmesi come ombretto per le palpebre. Insieme veniva raccolto il solfato ferroso, vetriolo verde o marziale o romano, altro disinfettante e antiparassitario usato anche come "rimmel".

Già a quell'epoca esisteva un sistema per estrarre l'acido borico dalle acque geotermiche mettendo le acque boriche in vasi di coccio ed immergendoli nei lagoni il cui calore portava le acque all'ebollizione facendole evaporare e lasciando in fondo ai vasi l'acido borico (Fig. 3).

Era anche possibile preparare artificialmente i due solfati esponendo alle esalazioni solfuree delle manifestazioni naturali pezzi di rame e ferro sopra graticci di legno in aree dove erano costruiti

manufatti in muratura che prendevano il nome di "Edifizi del vetriolo" ai quali erano annessi molini ad acqua, chiamati "molino dell'edifizio" rimasti nella toponomastica moderna come "Molini del Defizio" dove i prodotti venivano macinati, ridotti in polvere, e, successivamente, disciolti in olio d'oliva, cera d'api e grassi animali per esser poi confezionati in vasetti di coccio e/o vetro.

La prima donna famosa che fu "cliente" delle sorgenti termali geotermiche del Bagno a Morbo di cui conosciamo il nome fu Lucrezia Tornabuoni (1425-1482) moglie di Piero di Cosimo de' Medici e madre di Lorenzo il Magnifico, che nel 1477 chiese alla Repubblica Fiorentina, che dal 1388 aveva il bagno in affitto dal Comune di Volterra, di "condurlo in affitto perpetuo per se e suoi figli e discendenti maschi in infinito". Questo nonostante vi avesse trovato, come risulta da una lettera al Magnifico del 10 maggio 1477 "stanze da archimisti e cimice che sembran capperi"! Lucrezia era donna di cultura oltre che collaboratrice del marito e del figlio nella gestione del potere dei Medici, scrittrice e poetessa, amica di personaggi come Luigi Pulci che la celebrò nel canto XXVIII del Morgante e di Agnolo Poliziano.



Figura 3: De Re Metallica: Uso del calore naturale per l'estrazione del "Nitro Volaterrano" dalle acque geotermiche.

Fu lei che in accordo con il marito, andò a Roma a tentare di combinare un matrimonio prestigioso per Lorenzo cercando, con la collaborazione del fratello Giovanni Tornabuoni, da tempo direttore della sede romana del “Banco Mediceo”, una moglie che portasse nella famiglia sangue nobile e l'alleanza con una potente famiglia romana, la trovò in Clarice Orsini di una casata nobile e potente che tanta influenza aveva anche sul papato. Le lettere inviate da Roma al marito Piero denotano una donna estremamente pratica che descrive la futura nuora quasi come un animale da comprare, “volto tondo e pallido, capelli rossicci, ... fianchi stretti... e petto che sembra di buona qualità” anche se la moda della Corte papale con abiti accollati impediva di vederlo bene, “sembra dolce nei modi anche se non gentile come le nostre figlie”. Clarice, insieme al marito divenne assidua frequentatrice delle terme del Bagno a Morbo e della vicina Perla.

Scrivono Giovanni Targioni Tozzetti, riportando le osservazioni del medico Mengo Faentino sulla qualità dell'acqua di queste sorgenti “scioglieva il ventre, confortava le membra nutritive, e la matrice, ... sanava la gonorrea, ed era mirabile per pulire i reni e la vescica, e saldava le fistole del perineo”. Dice ancora che “il Magnifico Lorenzo de' Medici e Madonna Clarice Orsini sua Consorte tenevano in tanta stima questo Bagnuolo (La Perla) che non volevano che altri se ne servisse, e portavano appresso di loro la chiave; sebbene ciò repugna alla gentilezza, cortesia, e beneficenza del Magnifico Lorenzo, tanto lodata dai suoi coetanei, anche suoi nemici”.

Accanto alla credenza, accreditata da vari toponimi, che la valle del Possera, ricchissima di manifestazioni geotermiche dalla base del poggio di Montecerboli (dal latino Mons Cerberi) fino alla zona delle sorgenti del Bagno a Morba (in origine balnea ad morba pellenda), fosse una delle porte dell'inferno, nacque anche la leggenda che una bellissima ninfa silvestre di nome Amorba, amata da Apollo che le aveva concesso il dono di guarire le malattie, fosse assalita da Cerbero uscito dal suoantro nel tentativo di violentarla.

La ninfa si difese e chiese l'aiuto delle altre ninfe che per liberarla dall'abbraccio infernale la trasformarono in sorgente lasciandole però la facoltà di guarire i mali. Cerbero per sfuggire alla vendetta di Apollo si trasformò in cane a tre teste, ma ferito da un dardo del dio fu preso e gettato nel

profondo inferno dove è rimasto e dalle tre gole insieme ai latrati continua ad emettere fumante zolfo.

Il 15 aprile 1484 il Cancelliere della Repubblica Fiorentina Bartolommeo Scala, da tempo frequentatore dei Bagni a Morba che aveva contribuito a rendere più comodi e sicuri, inviò a Lorenzo de' Medici che vi si trovava a passar le acque un'elegia in latino con la leggenda della ninfa ed è probabile che per descriverla si sia ispirato alla figlia Alessandra, ragazza bellissima che durante gli anni di frequentazione di questi Bagni qualche volta lo aveva accompagnato. Alessandra era donna tra le più colte della Firenze dell'epoca, profonda conoscitrice del greco classico, tanto da recitare in lingua originale la tragedia *Elettra* di Sofocle e da far parte del circolo di letterati nato intorno al Magnifico, che comprendeva tra gli altri Michelangelo, Marsilio Ficino, Pico della Mirandola ed il Poliziano.

Quest'ultimo scriveva: “Quando Alessandra interpretava l'*Elettra* di Sofocle, lei vergine una vergine, tutti ci stupivamo: che scioltezza nel pronunciare (lei di stirpe ausonia) la lingua attica senza fare errori! Che voce emetteva, mimetica, ma sincera, che osservanza dei minimi dettagli dell'arte della scena! E nel contempo come serbava il carattere schietto; fissando gli occhi a terra non sbagliava un movimento, non un passo né esagerava nel tono lamentoso; e avvinceva gli spettatori con l'umido sguardo: Tutti restammo attoniti: me punse, quando vidi il fratello tra le sue braccia, gelosia” (Agnolo Poliziano, epigramma XXIX).

Alessandra tanto amava la lingua greca che quando arrivò a Firenze il greco Michele Marullo cominciò a frequentarlo, se ne innamorò e in breve tempo divenne sua moglie, con gran dispetto del Poliziano che, come abbiamo visto, ne era innamorato.

Il Marullo, divenuto frequentatore del volterrano e dell'area geotermica, poiché era in buoni rapporti con l'umanista volterrano Raffaello Maffei allora proprietario della Villa di Monterufoli, morì nel tentativo di attraversare a cavallo la Cecina in piena nella domenica delle Palme del 1500 e fu sepolto nella Chiesa di Pomarance dove si trova un'epigrafe. (Fig. 4).

La moglie, per il dolore, si ritirò dalla vita pubblica e si fece monaca benedettina nel monastero di San Pier Maggiore a Firenze.



Figura 4: Lapide sulla tomba di Michele Marullo.

Altra donna legata alla geotermia è Elisabetta Burroni, Pomarancina, sposata ad Aurelio Mascagni di Castelletto (comune di Chiusdino, provincia di Siena) (Fig. 5) proprietario di un vasto territorio con boschi e campi nel quale erano presenti alcune manifestazioni geotermiche situato a breve distanza dai “Lagoni di Travale”.

Fu madre di Paolo Mascagni, anatomico e studioso del fenomeno geotermico che fu il primo a teorizzare la possibilità di utilizzare i fluidi naturali come calore di processo per l'estrazione industriale dell'acido borico dalle acque geotermiche.

Elisabetta, come riportano C. Ricci, A. Leoncini e F. Vannozi, era “di comoda e civile famiglia ed aveva per costume di andare a partorire presso sua madre”, poiché oltre a Paolo ebbe in rapida successione altri sette figli, questi passò gran parte della sua fanciullezza ed adolescenza a Pomarance, ed ebbe occasione di osservare quelli che allora erano i Lagoni di Montecerboli.

Altra donna che ha avuto un ruolo significativo nella civiltà geotermica è Paolina Morand, moglie di Francesco de Larderel: si è scritto in proposito: “Francesco nel 1808 fu inviato a Livorno alla direzione del deposito d'armi che il cognato, Jean Baptiste Lamotte, ‘armurier in Sait Etienne’ aveva in questa città, ma sembra che in quel periodo egli operasse anche presso un commerciante di quelle passamanerie di seta tipiche del territorio Lionese, che saranno la prima autonoma base economica in Livorno, dove risultava registrato come ‘chincagliere’. A Livorno egli mosse i primi passi che lo portarono a non essere più peso per gli altri e a crearsi l'autonomia finanziaria della quale pare avesse speciale desiderio, se diamo credito alle voci che corrono in seno alla famiglia, secondo le quali la decisione di lasciare la sua terra fu presa anche con la speranza di meritare la mano di Paolina Morand, sua cugina, figlia di Rose sorella di sua madre. Il loro matrimonio,



Figura 5: Lapide posta a Pomarance sulla Casa di Elisabetta Burroni.



Figura 6: Famiglia De Larderel.

celebrato a Cremieux nel settembre 1814, su questi presupposti si connota come unione d'amore totalmente aliena da calcoli, da ambizioni ed interessi. La moglie gli sarà costantemente vicina col suo sostegno, con la sensibilità delicata, con la capacità di temperarne l'impulsività, di dividerne i valori culturali ed umani" (Fig. 6).

Del loro rapporto così scrive Luigi Pescetti: "Quante volte col suo sguardo pieno di indulgenza, ma fermo, col suo sorriso buono e malinconico aveva temperato l'impeto temerario nel cuore dello sposo pieno d'esuberanza e di ardire. Marco Tabarrini che ben ne aveva conosciuto il rapporto poté formulare per il monumento a Lei dedicato davanti al palazzo di Larderello la seguente epigrafe: 'ove lui pose l'ingegno ella il cuore'".

Si è anche scritto: "Subito dopo il matrimonio Francesco e Paolina si trasferirono a Livorno dove nacque ben presto Federico, primogenito di otto figli; dove non avevano neanche una casa propria e vi impiantarono il negozio di merletti" che Paolina seguiva personalmente mentre il marito

continuava ad operare nella struttura commerciale del cognato.

Come riporta il Pescetti "...La Contessa Paolina buona e pia, prestò con entusiasmo e con fede l'opera sua molteplice a dar prosperosa vita al vasto ordinamento di istituti benefici e morali la dove si era affermata la potenza del genio di Francesco. A Pomarance, dove soleva a lungo dimorare, il suo nome è ricordato come quello di un angelo di carità. Essa provvedeva ad ogni bisogno, distribuendo ai poveri vesti, medicamenti e viveri".

Il Barnabita Padre De Negri nell'Elogio Funebre letto il 19 di aprile 1869 disse: "quella mano che largheggiava col povero non ebbe a vile il fuso e il pennecchio per l'onore della sua casa, per l'onore del marito e dei figli. Tal era la Contessa Paolina De Larderel la quale non rifuggiva da nessun ufficio che le vanitose e leggere reputano men degno. E mentre sapeva donare a tempo con prontezza e benignità, nulla voleva che fosse per noncuranza gittato o perduto...".

Nel "Regolamento generale dello stabilimento dell'acido Boracico composto di nove fabbriche fatto dal proprietario cavalier priore Francesco de Larderel Conte di Montecerboli", redatto e reso pubblico il 20 dicembre 1849, sono previsti soltanto due ruoli femminili che tuttavia rappresentano il peso sociale e morale che la donna doveva avere nella nascente società geotermica: Le maestre delle scuole infantili e le alunne delle scuole stesse. Per le prime è interessante leggere quanto scritto dal Conte Francesco: "La non mai abbastanza lodata Pia e filantropica Istituzione delle scuole infantili da me portata ad educare i figli di tutti gli impiegati del mio Stabilimento, ed abitanti circonvicini, raccomanda da per se stessa alle rispettive maestre quella carità dalla quale è informata; Carità nel dolce trattamento, Carità in un paziente insegnamento Religioso, Morale, Civile, istruttivo: e nessuna Maestra potrà vantare di ben servire allo scopo senza la carità verso di creature tenerissime in età. Le Maestre pertanto con pazienti e dolci modi, coltivandosi l'affetto dei teneri fanciulli potranno formarne utili e morali allievi, ma in contrario praticando avranno da render conto a Dio ed alla Società per la tradita loro missione... Le Maestre si asterranno di infliggere pene corporali o fare altri troppo severi trattamenti nè permettere che i parenti degli stessi alunni o altri divengano a simili eccessi nei locali delle scuole".

Per le alunne si nota che tra le materie ci sono quelle comuni a maschi e femmine: “leggere, scrivere, elementi di storia, Aritmetica” e poi “Calze, Cucito e Ricamo”.

“Nel mese di ottobre... avrà luogo lo esperimento su tutti gli scolari e scolare con apposite interrogazioni ed esami dei lavori... saranno da me premiate Alunne ed Alunni e le Maestre da tale esperienza ritrarranno o la dovuta lode o il giusto biasimo”.

Credo che si tratti di uno dei primi casi al mondo dove un industriale istituisca in un villaggio aziendale una scuola per i figli aperta anche alle figlie dei dipendenti e degli abitanti circconvicini codificando le materie di insegnamento e doveri di alunni ed insegnanti e viene anticipata di vari decenni la proibizione di infliggere nelle scuole pene corporali.

Nell'azienda erano presenti lavoratrici addette alla fabbricazione di balle per i prodotti ed ai telai, che tessavano stoffe di vario tipo, queste erano in massima parte vedove ed orfane di operai caduti in servizio o morti prematuramente. Quando iniziò la produzione di talco borico e di altri prodotti per il corpo aumentò il numero delle donne impiegate ed addette al confezionamento.

Prima che negli stabilimenti fossero istituite le “Mense” gli operai che lavoravano nelle aree geotermiche e non vivevano vicino alle “fabbriche” portavano il pasto da casa usando una “panierina” (in pratica una cassetta di legno con un manico ed una chiusura), contenitori tipo bisacce e tascapani infatti erano accessibili ai topi, in alcune fabbriche però, sicuramente in quella del Sasso, c'era l'abitudine che le mogli arrivassero sul posto di lavoro dei mariti poco prima dell'inizio della pausa pranzo portando il pasto che riscaldavano in “scaldavivande a vapore naturale”, in un grosso panierone che tenevano in equilibrio sulla testa con un “cercine” fatto con una larga “pezzola”, per consumarlo insieme mentre il costume attuale ha abolito il rito tanto nobile del “mangiare insieme” Mi ricordo il passaggio di queste donne davanti alla casa dei miei nonni alla fabbrica del Sasso con mia nonna che diceva: “È tardi, passano già i panierini”.

Altra figura femminile fondamentale a sostegno dell'industria geotermica fu Adriana de Larderel, figlia del Conte Florestano e moglie del Principe Piero Ginori Conti che come scrive il figlio Federigo ne “la Grande Carovana” riferendosi al

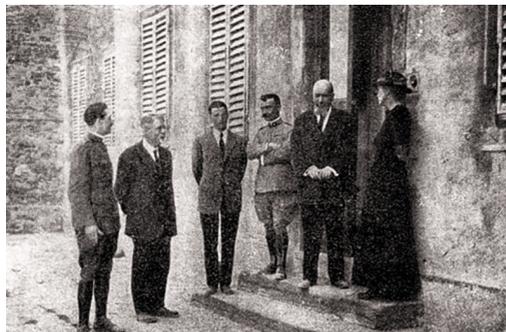


Figura 7: Maria Curie a Larderello.

padre: “l'unico essere che lo amò veramente fu mia madre che l'aveva conosciuto quando ancora cercava e non trovava se stesso e che certo l'aiutò in mille modi, non ultimo quello di accettarlo come era e forse glielo disse e lui l'ammirò”.

Su iniziativa del senatore Vito Volterra, allora Preside della facoltà di Scienze all'Università di Roma, nel 1918 Maria Curie visitò quelle che Raffaello Nasini Chiama “le nostre ricchezze radioattive” e in particolare i soffioni boraciferi dell'area di Larderello. Il Prof. Nasini (Professore ordinario di Chimica generale alla Università di Padova dal 1891, Rettore della Università di Padova (1900-1902), Professore ordinario di Chimica generale alla Università di Pisa dal 1906, Professore onorario dell'Università di Padova, Direttore della Scuola di farmacia alla Università di Pisa) scrisse: “l'insigne scienziata (Fig. 7), che era accompagnata dal Maggiore del Genio ing. Buffa, dal giovane Tenente del Genio Prof. Camillo Porlezza (chimico e chimico farmaceutico, futuro cattedratico, direttore dell'Istituto di Chimica Generale e di Chimica Fisica e preside della facoltà di farmacia dell'università di Pisa) e da me, poté assicurarsi personalmente che le varie acque e gas erano ricchi di emanazione.

A San Remo riunitisi tutti quelli che componevano il comitato per le ricerche sul radio, sotto la presidenza del senatore Volterra, Madame Curie espose i suoi apprezzamenti e fece una relazione in base alla quale fu istituita, dietro suo personale invito, una commissione per lo studio delle sostanze e delle emanazioni radioattive in Italia. Commissione che funziona ancora regolarmente (quando il prof. Nasini scrisse questo erano passati 12 anni dalla visita) presso il Ministero



Figura 8: Fermi in visita alla centrale Larderello 3, da Rassegna Larderello N° 1 dell'ottobre 1954.

dell'Economia Nazionale e per merito della quale è sorto il Laboratorio del Radio, nell'Istituto Fisico di Roma diretto dal professor Corbino, laboratorio a cui presiede il Prof. Trabacchi, e che è ottimamente arredato, convenientemente dotato e funziona egregiamente”.

Il prof. Giulio Cesare Trabacchi che diresse fino al 1958 il Laboratorio di fisica dell'Istituto Superiore di Sanità di Roma situato in via Panisperna, contiguo all'Istituto di Fisica dell'Università dove dal 1926 fu professore Fermi, ebbe molta importanza per i risultati conseguiti dal gruppo dei “ragazzi di via Panisperna”, come furono chiamati Fermi ed i suoi giovani collaboratori, Segrè, Rosetti, Amaldi, Majorana ecc.

Nel 1934 i coniugi Jean F. Joliot e Irene Curie figlia di Marie Sklodowska (Madame Curie) e Pierre Curie, avevano scoperto la radioattività naturale bombardando con particelle alfa boro, magnesio e alluminio, nello stesso anno Fermi ed il suo gruppo ebbero l'intuizione di utilizzare, in luogo delle particelle, neutroni, che rallentati con paraffina si rivelarono, nel bombardamento, più efficaci di quelli veloci, utilizzando le attrezzature del laboratorio di Trabacchi (soprannominato dai “ragazzi” “La Divina Provvidenza”) ed inoltre, come questi dice in una conferenza del 1945 pubblicata sul Bollettino dell'Istituto Superiore di Sanità “Le sorgenti di neutroni usate da Fermi erano preparate da me sotto forma di piccole ampole piene di polvere di Berillio nelle quali introducevo l'emanazione (Radon) estratta settimanalmente da me da una soluzione contenente oltre un grammo di Radio elemento”.

Per questo nell'Attestato di Privativa Industriale n° 324458 richiesto in data 26/10/1934 e rilasciato dall'Ufficio della Proprietà Intellettuale del Ministero delle Corporazioni il 25/02/1935, accanto ai nomi di Fermi, Amaldi, D'Agostino, Pontecorvo, Rasetti, Segrè c'è anche quello di Trabacchi.

Per questa scoperta, “per aver dimostrato l'esistenza di nuovi elementi radioattivi generati dall'irraggiamento mediante neutroni e per la scoperta, legata alla precedente, delle reazioni nucleari provocate dai neutroni lenti”, Fermi ottenne nel 1938 il premio Nobel.

Il 2 settembre 1954 il prof Fermi accompagnato dal Prof. Persico visitò gli impianti di Larderello; scrive Enrico Casò, allora Consigliere Delegato della Larderello spa, sul terzo numero della “Rassegna” di Larderello del dicembre 1954: “Un fonogramma giunse la sera a Larderello: domattina il professor Fermi viene a visitare gli impianti... il giorno successivo... mi incontro con Enrico Fermi... Vuole essere informato e non si trattiene all'aspetto superficiale delle cose che, direi, non lo interessa; le sue domande richiedono spesso un momento di riflessione prima di rispondere... A me che gli chiedo se ci volesse aiutare, ove ci dovessimo impegnare in qualche programma di utilizzazione nucleare che richiedesse uno studio teorico, risponde subito di sì e mi dà il suo indirizzo perchè possa corrispondere con lui in America” (Fig. 8).

Da quanto mi risulta Enrico Fermi, coetaneo dell'allora presidente della società Aldo Fascetti, con il quale si erano conosciuti e frequentati da studenti universitari a Pisa, era stato invitato a Larderello per studiare la possibilità di realizzare un impianto per la produzione di acqua pesante in quegli anni che videro l'espansione della Larderello spa.

A conferma di ciò nel mese di novembre dello stesso anno, alcuni tecnici di una compagnia americana che si occupava di energia nucleare furono a Larderello e si trattennero alcune settimane per prelevare campioni ed analizzare i fluidi geotermici.

Ringraziamenti

Voglio ringraziare Alessandro Lenzi che, quando gli accennai che stavo pensando ad un lavoro su figure femminili legate in qualche modo alla

Geotermia, partendo da Proserpina fino ad arrivare a Maria Curie, mi fece rilevare come, proprio in seguito alla visita a Larderello della grande scienziata, fu attivata, dietro sua insistenza, la "Commissione per il Radio" che creò il "Laboratorio per il Radio" diretto dal Prof. Trabacchi che tanta importanza ha avuto negli studi di Fermi e dei suoi collaboratori.

Bibliografia

- [1] Giorgio Agricola, 1530. *De Re Metallica*, J. Froben Editore Basilea.
- [2] Giovanni Targioni Tozzetti, 1768-1779. *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana per osservare le produzioni naturali e gli antichi monumenti di essa*. Per Gaetano Cambiagi, Firenze.
- [3] P. De Negri, 1869. *Elogio funebre della Contessa Paolina De Larderel*.
- [4] Luigi Righetti, 1881. *Del Bagno a Morbo. Ricordi storici e letterari*.
- [5] Raffaello Nasini, 1930. *I Soffioni e i Lagoni della Toscana e la Industria Boracifera*, Tipografia Editrice Italia, Roma.
- [6] Enrico Fiumi, 1943. *L'utilizzazione dei lagoni boraciferi della Toscana nell'industria medievale*, Casa Editrice Dott. Carlo Cya, Firenze.
- [7] Luigi Pescetti, 1940. *La Famiglia De Larderel Conti di Montecerboli*, Livorno, Stabilimento Tipografico Toscano.
- [8] Giulio Cesare Petracchi, 1945. *L'energia del nucleo atomico e la sua utilizzazione*, conferenza tenuta presso l'Associazione Elettrotecnica Italiana il 9/10/1945 e Pubblicata sul Bollettino dell'Istituto Superiore di Sanità.
- [9] Aa. Vv., 1954-1963. *Rassegna Larderello*.
- [10] Valentino Micheletti, 1954-1963. *Storia Intorno ai Soffioni in Rassegna Larderello*.
- [11] Pier Domenico Burgassi, 1989. *Gli etruschi di Volterra sfruttavano le acque per la chimica ed i farmaci*. *Volterra* 7. 2/03.
- [12] Lucia Frattarelli Fischer, Maria Teresa Lazzarini, 1992. *Palazzo De Larderel a Livorno. La rappresentazione di un'ascesa sociale nella Toscana dell'Ottocento*, Milano, Electa.
- [13] Maria Chiara Bianchi, Armando Burgassi, Pier Domenico Burgassi, 1995. *A critical analysis of a manager by the "Regolamento Generale dello Stabilimento dell'Acido Boracico"*. *Proceedings of the World Geothermal Congress, Firenze 18-31 Maggio 1995*.
- [14] Maria Chiara Bianchi, 2005. *Francesco De Larderel: Uomo e imprenditore. Il Calore della Terra, Contributo alla Storia della Geotermia in Italia*, a Cura di M. Ciardi e R. Cataldi, Pisa, Edizioni ETS.
- [15] Pier Domenico Burgassi, 2005. *Sulla presenza di acido borico nei vasi Sigillati della Toscana. Il Calore della Terra, Contributo alla Storia della Geotermia in Italia*, a Cura di M. Ciardi e R. Cataldi, Pisa, Edizioni ETS.
- [16] C. Ricci, A. Leoncini, F. Vannozzi, 2006. *Mascagni e il suo tempo (1755-1815)*, da *La Scienza Illuminata, Nuova Immagine editrice, Siena*.
- [17] Federigo Ginori Conti, 2012. *La Grande Carovana*, a cura di Ginevra Ginori Conti.





indice alfabetico delle parole chiave

(i numeri indicano i progressivi degli articoli: vedi indice a pag. 3)

acque sicure	2
allevamento in cattività	6
ambiente terrestre	11
Ampelografia	35
analisi chimica di componenti minoritari	20
anfibi	18
<i>Apis mellifera</i>	28
<i>Apoidea</i>	10
<i>Ascomycetes</i>	30
Asinara	33
astore	6
autenticazione dell'origine botanica	20
biochimica	28
Biodiversità	34
biomonitoraggio	31
camuffaggio	12
Castagneto Carducci	25
Cetacei	32
<i>Chorioactidaceae</i>	30
Composti Organoclorurati	32
Comune di Capannori	5
Comune di Lucca	4
Comunicazione scientifica	7
comunità microbiche	11
conservazione della natura	24
coriandolo	16
crioconservazione degli spermatozoi	6
<i>Crisididae</i>	10
Culicidi	3
DEET	16
didattica multidisciplinare	31
distribuzione	18, 27
Diversità genetica	9
DNA	11

Ecologia di popolazione	8
educazione ambientale	24, 31
elementi in tracce	14
Equilibri Intermittenti	21
essudati radicali	11
estinzione	26
evoluzione tettonica	17
fascia costiera	22
fase orogenica eoalpina	17
fattore di arricchimento	14
fauna	11
flora micologica	4, 5
Fosso del Rogiolo	13
<i>Fungi</i>	30
Genetica	35
geotermia	36
gestione risorse	22
glucosio ossidasi	28
Gradualismo Filetico	21
<i>Homo sapiens</i>	26
idrotermaliti	17
Imenotteri <i>Gasteruptionidae</i>	10
Imenotteri <i>Mutillidae</i>	33
imitazione	12
impatto	19
infrastrutture	19
inquinamento dell'aria	15
interazioni pianta	11
isola del Giglio	29
Isole dell'Arcipelago Toscano	33
Italy	30
Livorno	13
macromiceti	4, 5
manifestazioni naturali	36
Mar Mediterraneo	8, 32
Mediterraneo occidentale	9
micromineralogia	29
microorganismi e fauna	11



miele toscano uniflorale	20
mimetismo	12
minerali di alterazione	29
Minerali	23
Miniera di rame	13
Molluschi Bivalvi	9
monitoraggio biologico	14
monitoraggio	24
Monte Pisano (LU)	4, 5
Montecristo	10
Monti Livornesi	23, 27
morfologia del litorale	2
MtDNA	9
musei scientifici	7
Museo Storia Naturale Firenze	1
N	16
N -dietil-3-metilbenzamide	16
Neandertaliani	26
<i>Neournula pouchetii</i>	30
Paleolitico superiore	25
pesca artigianale	22
Peste Americana	28
piante indicatrici	15
proteine	11
Provincia di Livorno	18
punta di Pietralta	29
qualità dell'ambiente	15
Quercianella	13
radici	11
Reperti in osso e conchiglia	25
rip-currents	2
salamandrina dagli occhiali	18
<i>Scorpiones</i>	10
segnaletica	2
Sicurezza nella balneazione	2
sistema immunitario	28
social media	1
social networks	1
solfuri misti	29





solfori	29
sorgenti termali	36
Speciazione	21
specie alloctone	3, 9
storia della scienza	7
strategia comunicazione social	1
subacquei volontari	24
tavola di mortalità	8
Taxonomy	30
tempo di protezione	16
testuggine	27
Trend temporale	32
Tuscany	30
<i>Tyto alba</i>	19
Valle dell'Ugione	23
vettori	3
Viticultura	35
vitigni autoctoni	34
<i>Vitis vinifera</i>	34
vulcanesimo cretaceo	17
web 2.0	1
WHO	16

indice alfabetico degli Autori

(i numeri indicano i progressivi degli articoli: vedi indice a pag. 3)

Airi Valentina	8
Arcioni Daniele	6
Arcioni Enzo	6
Baini Matteo	32
Barbieri Michele	9
Batocco Federica	6
Bedini Gianluca	19
Bedini Laura	34
Belardinelli Maria Cristina	3
Benelli Giovanni	16
Benvenuti Fabio	24
Bisconti Michelangelo	25
Boccolini Daniela	3
Bornice Marcello	35
Bottacchiari Barbara	13
Burgassi Pier Domenico	36
Cacialli Gabriele	30
Campanella Alessandra	14, 15
Carletti Laura	32
Carnieri Emiliano	26
Caroselli Erik	8
Castelli Alberto	9
Castillo Annelisse	6
Catenacci Mauro	3
Cecchini Angela	4, 5
Cerri Domenico	28
Cerrano Carlo	24
Chiesa Ferruccio	12
Ciampalini Alessandro	13
Cifelli Mario	20
Conti Barbara	16
Coppola Daniele	32
Cossu Piero	9



D'Onofrio Claudio	34, 35
De Martino Filippo	3
De Ranieri Stefano	22
Degano Ilaria	20
Della Maggiora Marco	30
Di Giuseppe Graziano	9
Di Luca Marco	3
Domenici Valentina	20
Donati Claudia	19
Ducci Eleonora	34
Fausto Anna Maria	3, 6
Fausto Catia	34
Fei Alessandro	29
Felicioli Antonio	28
Ferroni Giuseppe	34
Filippi Luciano	10
Fossi M. Cristina	32
Fratini Filippo	28
Galluzzi Edvige	31
Gambellini Gabriella	3
Gherardi Riccardo	19
Ghiara M.R.	7
Gianoli R.	7
Giusti Matteo	28
Gizzi Francesca	8
Goffredo Stefano	8
Guerra Laura	3
Laghezza Masci Valentina	3
Lardicci Claudio	9
Lefosse Sara	18, 27
Lenzi Alessandro	20
Loi Chiara	2
Lorenzini Giacomo	14
Maltagliati Ferruccio	9
Mancini Ilaria	14
Marinai Valter	29
Marsili Letizia	32
Marzoni Margherita	6
Mastrorilli Marco	19
Mattei Giovanni	34



Nali Cristina	14, 15
Nannipieri Paolo	11
Narducci Roberto	4, 5
Nicotra Irene	2
Nuvoloni Roberta	28
Orsini Michela	31
Pagliano Guido	10, 33
Paoli Maurizio	30
Paolicchi Stefano	34
Papini Romina	15
Parri Erica	20
Pellegrini Elisa	14, 15, 31
Petti Carmela	7
Ponti Massimo	24
Pranzini Enzo	2
Previati Monica	24
Restivo Annalaura	20
Ribechini Erika	20
Ricci Marco	21
Riga Alessandro	18, 21
Romi Roberto	3
Rosas Valentina	2
Rossi Manuela	7
Rossi Mauro	17
Sagona Simona	28
Sammartino Franco	13, 18, 23, 25, 27
Sartor Paolo	22
Sbrana Mario	22
Scalabrelli Giancarlo	34, 35
Scarpellini Alba	1
Severini Francesco	3
Silvestri Roberto	22
Strumia Franco	10, 33
Taddei Anna Rita	6
Talini Leonardo	24
Toma Luciano	3
Tonelli Mariagrazia	15
Torracca Beatrice	28
Toscano Maria	7



Turchi Barbara	28
Valdisalici Carlo	24
Vercesi Pier Luigi	17
Zagoršek Tjaša	19
Zandomeneghi Maurizio	20



indice degli Enti rappresentati

- Associazione Naturalistica "Aster Natura Toscana", Via della Marina 57, Castagneto Carducci (LI)
- Associazione Naturalistica "Aster Natura Toscana", Via di Coselli 5, 55060 Capannori (LU)
- Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali, sezione di Livorno, Via Spalato n. 5, 57126 Livorno
- BiGeA, Università di Bologna, Via Sant'Alberto 163, 48123 Ravenna
- C.F.F.T., Civitavecchia
- CEA (Centro di Educazione Ambientale del Comune di Imperia), Viale Matteotti 157, 18100 Imperia
- Centro Grandi Attrezzature, Sezione di Microscopia Elettronica, Università degli Studi della Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo, Italy
- Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata (CIBM), Viale Nazario Sauro 4, 57128 Livorno
- Centro Musei delle Scienze Naturali e Fisiche, Università di Napoli Federico II
- Centro per la Conservazione della Natura, Loc. Sant'Elia, 01012 Capranica (Viterbo), Italy
- Centro per la Riproduzione Assistita "European Falcons", Loc. Protomartiri Francescani, 06081 Assisi (Perugia), Italy
- Chema Srl, via Ernesto Solvay 44, 57016 Rosignano Solvay, Livorno
- Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pavia
- Dipartimento di Biologia, via Derna 1, 56126 Pisa, Italia
- Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Risorgimento 35, 56126 Pisa
- Dipartimento di Fisica "E. Fermi", Largo Pontecorvo 3, 56127 Pisa
- Dipartimento di Malattie Infettive, Parassitarie ed Immunomediate (MIPI), Istituto Superiore di Sanità, Roma
- Dipartimento di Scienza della Terra dell'ambiente e delle risorse, Università di Napoli Federico II
- Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, via del Borghetto n. 80, 56124 Pisa
- Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, Via F. Selmi 3, Bologna
- Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Via F. Muroni 25, 07100 Sassari, Italia
- Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università di Firenze, P.le delle Cascine 28, 50144 Firenze

Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena, Via
Mattioli 4, 53100 Siena (SI)

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Viale delle Piagge 2, 56124 Pisa

Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali
(DIBAF), Università degli Studi della Tuscia, Largo dell'Università, 01100
Viterbo, Italy

DISVA, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche 60131 Ancona

Diving "Acquanauta", Via Torino 29/a, 57025 Piombino

Diving "La Torre di Calafuria" Calafuria, 57100 Livorno

GAUM – Gruppo Aree Umide Minori, Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay,
via Monte alla Rena 41-43 Rosignano Solvay

Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese

Marine Science Group, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali,
Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Via Selmi 3, 40126, Bologna,
Italia

Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, via F. De' Pisis 24 Ferrara

Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio, Rocca Pisana, Giglio
Castello, 58012 Isola del Giglio (GR)

Museo di Storia Naturale del Mediterraneo Via Roma, 234, 57127 Livorno

Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, via Micheli 3, Firenze

Museo reg. di Storia Naturale di Torino, Via Giolitti 36, 10123 Torino

Museo Le Energie del Territorio Radicondoli (SI)

Provincia di Livorno

S.E.Port, Civitavecchia

Scuola d'Infanzia, Comprensivo Pacinotti, via Diaz, Pontedera

Scuola Superiore Sant'Anna -CNR - Pisa

Società Speleologica Italiana, Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese

Unione Giornalisti Italiani Scientifici

Università degli Studi di Firenze

Università degli Studi di Napoli "L'Orientale"

Università di Pisa, Largo Pontecorvo 3, 56127 Pisa-Italy

Università di Pisa, Via Risorgimento 35, Pisa



Edizioni ETS

Piazza Carrara, 16-19 I-56126 Pisa
info@edizioniets.com - www.edizioniets.com
Finito di stampare nel mese di marzo 2014

