



Micologia & Ambiente



Micologia & Ambiente: n. 7 Anno 2026

Pubblicazione aperiodica non lucrativa

Finito di stampare nel mese di Settembre 2026

Direttore: **Angelo Miceli**

Vice Direttore: **Carmelo Di Vincenzo**

Comitato di Redazione e di Lettura:

**Rosario Abbate, Mauro Cavallaro, Marco Della
Maggiara, Carmelo Di Vincenzo, Giuseppe
Gaiami, Leonardo La Spina, Angelo Miceli,
Ignazio Rao, Carmelina Signorino**

Logo di copertina realizzato da **Alice Rinaldi**

Tavole micologiche: **Andrea Cristiano**

Progetto Grafico: **Francesco Malara**

Stampa: **Litofast - Venetico (ME)**

Per informazioni e invio articoli:

redazione@adset.it



Associazione

Dirigenti Scolastici e Territorio
Messina

CONSIGLIO DIRETTIVO:

Presidente: **Angelo Miceli**

Vice Presidente: **Maria Carmela Lipari**

Segretario: **Gabriella Inzodda**

Tesoriere: **Mario Trupiano**

REFERENTI:

Giuseppa Germanò

Francesco Malara

Maria Muscherà

Nunziata Messina

Giuseppa Scolaro

CONSIGLIERI:

Rosario Abbate

Pasquale Cassalia

Fulvia Ferlito

Enza Interdonato

Rosalia Schirò

COLLEGIO DEI REVISORI DEI CONTI:

Gustavo Ricevuto (Presidente)

Epifanio Gennaro

Renato Zafarana

SOMMARIO

A. Miceli, F. Mondello, R. Velini & P. Astone	<i>Gymnopilus maritimus</i> : segnalazione nuovo ritrovamento nel territorio messinese	3
C. Zovadelli & A. Miceli	<i>Mycena haematopus</i> : un piccolo basidiomicete dal gambo... sanguinante	12
M. Bacci, M.T. Basso, G. Cacialli & F.G. La Rosa	Prima segnalazione di <i>Lycoperdon umbri- noides</i> dalla Sicilia	20
G. Martino	Micorrize: architettura della simbiosi, processi ecologici e servizi ecosistemici	27
E. Crimi	La valle dell'Alcantara. Il fiume e le sue Gurne: opere di natura	46

In copertina: Messina, Riserva Naturale Orientata "Laguna di Capo Peloro".

In primo piano: scorcio del "Lago Faro" (localmente conosciuto come "Pantano piccolo").

In secondo piano: Capo Peloro e il nucleo abitato di Torre Faro.

Sullo sfondo: dopo lo Stretto di Messina, non visibile in foto, l'Aspromonte, massiccio montuoso dell'Appennino Calabro, nel territorio metropolitano della città di Reggio Calabria. Foto A. Miceli

In quarta di copertina: *Amanita verna* Bull. ex Lam. Foto C. Di Vincenzo



***Gymnopilus maritimus*:** segnalazione nuovo ritrovamento nel territorio messinese

Angelo Miceli

Via F. D'Arrigo, 6 - C.da Granata - 98125 Messina
angelomiceli49@gmail.com

Francesco Mondello

Via B. da Neocastro, 26 - 98123 Messina
franco@micologiamessinese.it

Ranieri Velini

Via Panoramica, 480 - 98168 Messina
veliniranieri@libero.it

Pietro Astone

Via Vico I° Mortelle - 98164 Messina
astonepietro@gmail.com

Premessa

G*ymnopilus maritimus*, ritrovato per la prima volta in Sardegna, in località Pittulongo, nel comune di Olbia (SS) il 15 gennaio 2006, ad opera di Marco Contu, classificato, dopo i dovuti studi di natura macro, micro e filogenetico-molecolari, come “*specie nova*”, viene presentato al mondo scientifico internazionale dalle pagine della rivista *Mycological Progress* nell'anno 2009 [Guzmán-Dávalos et al., 2009]. Si tratta di specie rara e poco conosciuta anche in conseguenza del particolare habitat di crescita, costituito, in linea di massima, da dune di sabbia costiere ove si associa, in forma saprofitica, a piante in decomposizione appartenenti al genere *Juncus* [Guzmán-Dávalos et al., 2009; Saitta, 2018].

Alla data attuale, come è stato possibile accertare dalla nostra attenta ricerca bibliografica, oltre al ritrovamento di cui sopra, si ha notizia di ulteriore ritrovamento riconducibile a Salvatore Saitta, risalente al 7 dicembre 2017, nella Riserva Naturale Orientata “Laghetti di Marinello”, nel comune di Patti (ME) [Saitta, 2018].

G. maritimus, stante il nostro recente ritrovamento, torna nuovamente a fruttificare sui Monti Peloritani, in C.da Serri, villaggio Faro Superiore, nel comune di Messina in associazione a piante erbacee di *Ampelodesmos mauritanicus* (disa).

Genere *Gymnopilus* P. Karst.

Bidr. Känn. Finl. Nat. Folk 32: XXI. 1879

[tratto da Miceli & Mondello, 2024 (3): 249-261]

Specie tipo:

***Gymnopilus picreus* (Pers.) P. Karst.**

Bidrag till Kännedom av Finlands Natur och Folk 32: 400. 1879.

Basionimo:

***Agaricus picreus* Pers., 1798, nom. sanct.**

Autore sanzionante: E.M. Fries, Syst. mycol. 1: 239. 1821.

È opportuno precisare, in merito, che, alla data attuale, Index Fungorum (2026) e MycoBank (2026) riportano come specie tipo del genere *G. liquiritiae* (Pers.) P. Karst. (basionimo *Agaricus liquiritiae* Pers.), posizione, questa, non condivisa da buona parte della comunità scientifica. La specie, in effetti, come alcuni autori sostengono, risulta essere di difficile interpretazione ed è ritenuta «*nomen ambiguum*»¹, in quanto supportata da una descrizione piuttosto vaga che può essere riferita a diverse specie di *Gymnopilus*, come, per esempio, *G. sapineus* (Fr.) Murrill [Consiglio et al., 2024; Miceli & Mondello, 2024].

Si vuole evidenziare, ancora, che la scelta di *G. liquiritiae* operata da Earle (1909) come specie tipo del genere *Gymnopilus* è stata eseguita adottando un sistema puramente meccanico, ovvero scegliendo la prima specie elencata da Karsten, ossia applicando il vecchio «*American Code of Botanical Nomenclature*» bandito dall'attuale «*International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants*» (2026), negli artt. 10.5, 10.6 e 10.7. Per questo motivo, in accordo con Consiglio et al. (2024) preferiamo seguire Høiland (1990: 258) che designò quale lectotypus del genere, *G. picreus* che, fra l'altro, è anche un nome sanzionato [Consiglio et al., 2024; Miceli & Mondello, 2024].

Il genere, istituito nel 1879 dal micologo finlandese Petter Adolf Karsten, che inizialmente comprendeva solo tre specie: *G. liquiritiae* (Pers.) P. Karst., *G. picreus* (Pers.) P. Karst. e *G. palmatus* (Bull.) P. Karst. (oggi, *Rhodotus palmatus* (Bull.) Maire) [Consiglio et al., 2024], ospita, in atto, circa 200 specie fungine [Acharya et



Gymnopilus maritimus, raccolta del 8.2.2025

Foto R. Velini

¹ *nomen ambiguum* (plurale *nomina ambigua*) è un termine latino utilizzato in tassonomia per indicare un nome scientifico che è diventato fonte di confusione persistente perché utilizzato da autori differenti per identificare taxon diversi; di conseguenza, in assenza di un riferimento certo, non è possibile che venga interpretato con certezza.

al., 2017; Campi et al., 2021; IF, 2026; MB, 2026] lignicole, a nutrizione saprotrofica, a crescita singola o cespitosa, omogenee, di taglia da piccola a grande [Miceli, 2022], solitamente con colori giallastri, brunastri, bruno-giallastri, rossastri, bruno-rugginosi, verdastri o porporini, con presenza occasionale di un velo aracnoide (simile a una ragnatela) o membranoso e sapore generalmente amaro [Consiglio et al., 2024], raramente mite, viranti al nero con soluzioni alcaline, caratterizzati da:

Cappello da poco a molto carnoso, convesso, con colori variabili da giallo-ocra a giallo dorato a bruno-aranciato, viscoso a tempo umido, con margine non striato.

Imenoforo non asportabile, formato da lamelle da adnate a leggermente decorrenti. **Gambo** da centrale a eccentrico.

Velo generale sempre assente. **Velo parziale** presente in alcune specie sotto forma di cortina o di piccolo residuo anulare membranoso sul gambo.

Impronta sporale bruno-rugginosa.

Spore ellissoidali, verrucose, destrinoidi, senza plaga ilare [Moser, 1993] e senza poro germinativo distinto [Della Maggiora & Pera, 2021; Campi et al., 2021].

Cistidi viranti al verde con blu cotone.

Il genere, su proposta del micologo francese Robert Kühner, venne inserito, nel 1980, nella famiglia *Strophariaceae* Singer & A.H. Sm., dove attualmente, per alcuni



Gymnopilus maritimus, raccolta del 8.2.2025

Foto R. Velini

autori, è ancora posizionato. Successivamente, nel 1986, su iniziativa di However e Singer [Singer, 1986], in considerazione della sporata ruggine-ferruginosa e delle spore verrucose, venne collocato nella famiglia *Cortinariaceae* Singer [Archarya et al., 2017] per fare ritorno, secondo altri autori, nella famiglia *Strophariaceae* [Guzmán-Dávalos et al., 2008; Campi et al., 2021]. Attualmente la posizione sistematica del genere non sembra ancora definitivamente risolta come conferma Index Fungorum

(2026) che inserisce, il genere nella famiglia *Hymenogastraceae* Vittad.

Commestibilità: tutte specie tossiche, causa di sindrome gastrointestinale [Boccardo et al., 2013]. Alcune specie, in particolare, contengono sostanze allucinogene che causano, in caso di ingestione, effetti sul sistema nervoso centrale inducendo esperienze psichedeliche [Consiglio et al., 2024].

Habitat: specie saprotrofe, lignicole a crescita singola o cespitosa [Della Maggiora & Pera, 2021], o anche, ma in maniera meno frequente, a crescita graminicola, quando

si sviluppa su steli di graminacee [Mazza, 2012], sfagnicola ovvero in associazione a muschi appartenenti al genere *Sphagnum* [Mazza, 2012], o carbonicola, legato a substrati carbonizzati [Bon & Roux, 2002; Mazza, 2012]. È stata segnalata anche la simbiosi endomicorrizica con orchidee riferita a specie tropicali [Boccardo et al., 2013].

Gymnopilus maritimus

Contu, Guzm.-Dáv., A. Ortega & Vizzini

Mycological Progress 8 (3): 195-205, 2009

Pronuncia: *Gymnopilus maritimus*

Etimologia: *Gymnopilus*, dal greco γυμνός (gymnós), nudo, spoglio, privo e da πῖλος (pilos), berretto, cappello, con riferimento al cappello nudo, ovvero privo di rivestimento [Consiglio et al., 2024; Miceli & Mondello, 2024; Acta Plantarum, 2026]; *maritimus*, da mare; marittimo, marino; quindi, facendo riferimento al caratteristico habitat di crescita costituito da dune sabbiose costiere, che cresce vicino al mare [Acta Plantarum, 2026; Guzmán-Dávalos et al., 2009]; o, anche, con riferimento al rapporto di saprofitismo con piante in decomposizione di *Juncus maritimus* [Guzmán-Dávalos et al., 2009].



Gymnopilus maritimus, esemplari maturi, raccolta del 18.1.2026
Foto A. Miceli

Posizione sistematica: divisione Basidiomycota R.T. Moore; classe Agaricomycetes Doweld; ordine Agaricales Underw.; famiglia Hymenogastraceae Vittad., genere *Gymnopilus* P. Karst. [Index Fungorum, 2026; MycoBank, 2026].

Iconografia selezionata: Guzmán-Dávalos et al. (2009): 197; Saitta (2018): 237.

Descrizione originale [tratta da Guzmán-Dávalos et al., 2009]

Pileus 15-70 mm, convexus vel plano-convexus, saepe late umbonatus, fibrillosus, fulvus, versus marginem flavus, fibrillis aurantiis praeditus, siccus. **Lamellae** adnatae vel sinuatae, flavae deinde aurantio-ochraceae, in senectute ferrugineae. **Stipes** 35-110 × 4-8 mm, centralis, cylindricus vel basim versus attenuatus, fibrilloso-striatus, flavidus deinde pileo subconcolor. **Velum** araneosum, fugax. **Caro** flava, basim versus stipitis brunnea. Odor debilis; sapor mitis vel levissime amarus. **Basidiosporeae** 8.0-10.5 × 5.5-7.5 micron, Q = (1.25) 1.3-1.6 (1.7), ferrugineae, ellipsoideae, apice obtuso praeditae, verrucis conspicuis vel mediis praeditae, dextrinoideae. **Basidia** tetraspora, clavata. **Pleurocystidia** nulla. **Cheilocystidia** 30-42 × 6-10.5 micron, apex 2-7 micron latus, lageniformia, subutriformia, capitulata vel subcapitulata, hyalina vel contentu flavido praedita. **Pileipellis** ex hyphis cylindricis laxae intertextis, 2.5-12 micron latis, manifeste incrustatis. **Caulocystidia** 24-60 × 3-9 micron, apex 3-7 micron latus, cylindracea vel lageniformia, capitulata. **Fibulae** numerosae.

Descrizione macroscopica

Cappello di piccole-medie dimensioni, da 20 a 70 mm, inizialmente convesso o piano-convesso, con presenza, a volte, di largo umbone basso, con piccola depressione centrale negli esemplari maturi; superficie asciutta, opaca, colore arancio-rossiccio nella zona centrale, giallo dorato verso il margine, ricoperta da fibrille arancioni chiazzate di marrone scuro; margine irregolarmente ondulato negli esemplari maturi.

Imenoforo a lamelle, spesse, adnate o appena decorrenti per un dentino, mediamente fitte con filo intero, intervallate da lamellule inizialmente gialle, ocre-arancio poi, a maturità, con toni più scuri fino a ferruginosi. **Impronta sporale** ruggine. **Gambo** 30-70 × 4-5 mm, centrale, cilindrico, a volte leggermente ricurvo, superficie asciutta, leggermente fibrillosa, striata, colore arancio-giallastro, con area anulare più chiara al vertice appena sotto le lamelle. **Veli** non visibili all'esame, indicati come presenti e di natura aracnoide da Guzmán-Dávalos et al., (2009). **Carne** minuta, esile, concolore arancio-giallastra tenue. **Odore** non particolare. **Sapore** delicato con retrogusto appena amarognolo.

Descrizione microscopica

Spore da largamente ellissoidi a ellissoidi, con apicolo poco evidente, plaga soprailare non distinta, poro germinativo assente, misure rilevate (su 36 elementi): (8) 8,5-9,7 (9,9) × (5,2) 5,4-6,2 (6,5) μm ; Q = (1,4) 1,5-1,6 (1,7); Me = 9,2 × 5,8 μm ; Qe = 1,6; giallo arancio, destrinoidi, con verruche di medie dimensioni: 0,5-1,8 μm . **Basidi** tetrasporici con rari bisporici. **Pleurocistidi** presenti, uguali ai cheilocistidi. **Cheilocistidi** ialini, a parete sottile, capitulati, sub- lecitiformi, alcuni lageniformi. **Trama lamellare** regolare. **Unioni a fibbia** presenti. **Pileipellis** formata da ife filamentose, disposte tipo cutis, con qualche ciuffo di ife emergenti. **Pileocistidi** presenti, aciculati, capitulati, cilindrico-flessuosi.

Habitat

In forma gregaria di pochi esemplari su terreni sabbiosi, di origine dunale, da inverno inoltrato a inizio primavera, in stretta associazione saprotrofica con *Ampelodesmos mauritanicus* (disa). Segnalato anche in associazione con *Juncus maritimus* [Guzmán-Dávalos et al., 2009] e con *Juncus acutus* [Saitta, 2018].



Gymnopilus maritimus raccolta del 5.2.2026

Foto P. Astone

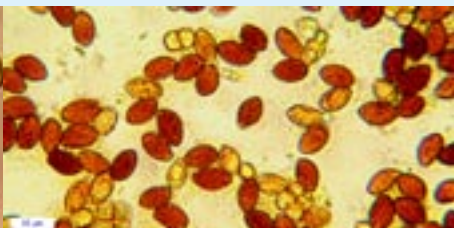


Habitat di crescita di *Gymnopilus maritimus*

Foto A. Miceli



Gymnopilus maritimus: spore 100× in rosso Congo
Foto F. Mondello



Gymnopilus maritimus: spore 100× in reattivo di
Melzer Foto F. Mondello

Commestibilità: non conosciuta. Da ritenere, in ogni caso, come tutte le specie appartenenti al genere, potenzialmente tossico.

Raccolte studiate

8 febbraio 2025, in C.da Serri, nel Villaggio Faro Superiore, nel territorio comunale della città di Messina, coordinate geografiche 38° 16' 07.1" N; 15° 36' 43.8" E; altitudine circa 95-100 m s.l.m., in terreno privato, regolarmente recintato, incolto, quasi pianeggiante, con larghi ed agevoli terrazzamenti lentamente degradanti a est, verso la costa, quasi in allineamento diretto con Capo Peloro, nella zona ove il mare Jonio e il mare Tirreno confluiscono uno nell'altro. **Destinazione** pascolo, ben concimato con stallatico ovino e equino, presenza di numerose piante erbacee quali, ad esempio, in prevalenza, *Ampelodesmos mauritanicus* (disa o tagliamani), *Clinopodium nepeta* (nepitella o mentuccia); *Foeniculum vulgare* (finocchietto selvatico); *Dittrichia viscosa* (inula viscosa); *Plantago lanceolata* (piantaggine), *Oxalis pes-caprae* (acetosella gialla) ed altre, con presenza di radi e distanti alberi di olivo e *Ailanthus altissima* (albero del paradiso). **Substrato** di origine dunale, sabbioso, con PH neutro tendente a acidità minima (6,8). Dal punto di vista litologico rappresenta un deposito tipico formato prevalentemente da sedimenti fluviali di natura sabbiosa a granulometria media, fine e da silt [Rao, comunicazione personale]. **Raccolta** composta da circa 20-25 esemplari in diversi stadi di crescita, distribuiti in piccoli gruppi di 4-6 elementi su un terrazzamento ad andamento pressoché rettangolare di circa 30×15 metri ad intervalli irregolari l'uno dall'altro, sempre associati alle radici di *Ampelodesmos mauritanicus*. **Clima** tipico del bacino del mediterraneo, caratterizzato da inverni miti e relativamente brevi e da estati calde e siccitose con piovosità concentrata solitamente nei mesi invernali e primaverili, con periodo estivo-autunnale asciutto, temperature miti, assenza di precipitazioni nevose, venti prevalenti scirocco e maestrale. La notevole variabilità climatica scaturisce dalla morfologia del territorio e dall'influenza dei due mari (Jonio e Tirreno) [Di Vincenzo, 2025]. **Legit** P. Astone & R. Velini. **Det.** F. Mondello. **Campione** in erbario CdCM (Centro di Cultura Micologica – Messina) al n.1520.

18 gennaio 2026, ibidem, n. 5 esemplari in diversi stadi di crescita, distribuiti in tre gruppi di 1 o 2 esemplari, sempre associati alle radici di *Ampelodesmos mauritanicus*. **Legit et det.** P. Astone.

5 febbraio 2026, ibidem, unico gruppo formato da 7 esemplari in diversi stadi di

crescita, sempre associati alle radici di *Ampelodesmos mauritanicus*. **Legit et det.** P. Astone.

È opportuno evidenziare che le attuali raccolte si differenziano dalle precedenti, effettuate in prossimità della costa sempre a livello del mare, sia per la maggiore distanza dal mare che, in maniera approssimativa, si pone a circa 600–650 m in linea d'aria e a circa 95–100 m s.l.m., sia per l'associazione con *Ampelodesmos mauritanicus*, confermando, quindi, come sino ad ora era stato solo ipotizzato [Guzmán-Dávalos et al., 2009], che la specie possa crescere, in associazione saprotrofica, anche con piante erbacee appartenenti a generi diversi da *Juncus*.



Gymnopilus maritimus: basidi e pleurocistidi in reattivo di Melzer
Foto F. Mondello

Caratteri differenziali

Può essere determinato con una certa facilità per il colore arancio-rossiccio del cappello; per la presenza di fibrille arancioni; per il margine ondulato; per il tipico habitat di crescita formato da terreni sabbiosi di origine dunale; per la crescita in associazione saprotrofica a radici di piante erbacee appartenenti, stante i ritrovamenti effettuati, al genere *Juncus* spp. [Guzmán-Dávalos et al., 2009; Saitta, 2018] o al genere *Ampelodesmos*.

Specie simili

Tra le specie più vicine dal punto di vista morfo-cromatico a *G. maritimus*, che si prestano ad una facile confusione, ricordiamo: *G. arenophilus* A. Ortega & Esteve-Rav.; *G. decipiens* (Sacc.) P.D. Orton; *G. flavus* (Bres.) Singer; *G. fulgens* (J. Favre & Maire) Singer. e *G. pseudofulgens* Romagn. [Guzmán-Dávalos et al., 2009; Saitta, 2018]. Ci soffermiamo, per i particolari, solamente sulle seguenti due specie che riteniamo presentano maggiori similarità:

- ***Gymnopilus arenophilus*** A. Ortega & Esteve-Rav.
Persoonia 18(4): 506 (2005)

Anche se simile a *G. maritimus* per i caratteri morfo-cromatici e per la crescita su terreni sabbiosi o, a volte, anche su superfici bruciate, differisce per l'associazione a *Pinus* spp. (es. *P. pinea*, *P. halepensis*), crescendo, a volte, anche su residui legnosi bruciati e spesso sepolti dalla sabbia [Guzmán-Dávalos et al., 2009; Saitta, 2018].

- ***Gymnopilus fulgens*** (J. Favre & Maire) Singer
Lilloa 22: 561 (1951)

Differisce per le dimensioni minori, presentandosi con forma più piccola (cappello max 3 cm) e più sottile rispetto a quella di *G. maritimus*; per l'habitus più slanciato; per il tipico habitat di crescita su terreni torbosi tra *Sphagnum* e altri muschi [Favre & Maire, 1937; Kühner & Romagnesi, 1953; Moreno, 1980; Holec, 2005; Horak, 2005; Guzmán-Dávalos et al., 2009; Saitta, 2018; NY, 2026].

Distribuzione territoriale

Gli areali di crescita, in atto conosciuti, si localizzano esclusivamente in Italia, nelle isole di Sardegna e di Sicilia, con maggiore concentrazione nella prima. In letteratura sono riportati i seguenti ritrovamenti:

Sardegna: **15 gennaio 2006**, località Pittulongo, nel comune di Olbia (SS), Olotipo in erbario IBUG (Universidad de Guadalajara – Messico), Isotipo in erbario GDA-52913 (Universidad de Granada – Spagna); **22 gennaio 2006**, ibidem, campioni in erbario GDA-52914 e IBUG; **25 gennaio 2006**, ibidem, campioni in erbario M. Contu; **25 ottobre 2006**, ibidem, campioni in erbario GDA-52915); **28 dicembre 2006**, ibidem, campioni in erbario GDA-52916; **30 dicembre 2006**, ibidem, campioni in erbario GDA-52917; **1 gennaio 2007**, ibidem, campioni in erbario GDA-52918 [Guzmán-Dávalos et al., 2009; Saitta, 2018; NY, 2025]. I ritrovamenti indicati sono stati effettuati tutti nella stessa zona, in tre areali di crescita distanti da 10 a 20 m uno dall'altro [Guzmán-Dávalos et al., 2009].

Sicilia: **7 dicembre 2017**, R.N.O. (Riserva Naturale Orientata) Laghetti di Marinello (ME), esemplari in ambiente dunale strettamente a contatto con piante di *Juncus acutus*. **Leg. et det.** S. Saitta. Campioni in erbario MCVE 29420; GenBank MH045773 [Saitta, 2018; GenBank, 2026]; **8 febbraio 2025**, **18 gennaio** e **5 febbraio 2026** nuovi ritrovamenti in C.da Serri, nel Villaggio Faro Superiore, nel territorio comunale della città di Messina, come descritto nel contesto del presente contributo.

Ringraziamenti

Un grazie di cuore va rivolto all'amico Ignazio Rao, membro del Comitato di Redazione della Rivista "Micologia & Ambiente", per i riferimenti e i suggerimenti forniti in merito alle caratteristiche morfo geologiche, ambientali e naturali dell'areale di ritrovamento di *G. maritimus* che abbiamo riportato, indicandone la fonte, nel corpo del presente contributo.

Bibliografia

- Acharya K, Paloi S., Dutta A.K., Sikder R. & Saha T.**, 2017: *Gymnopilus purpureosquamulosus* Høil. (Agaricales, Basidiomycota): a new distributional record from India. Check List - The journal of biodiversity data 13(2): 1-6.
- Boccardo F., Traverso M., Vizzini A. & Zotti M.**, 2008: *Funghi d'Italia*. Ristampa 2013. Edit. Zanichelli, Bologna. IT.
- Bon M. & Roux P.**, 2002: *Le genre Gymnopilus P. Karts. En Europe*. Fungi non delineati. Edizioni Canusso, Alassio (SV). IT.
- Campi M., Maubet Y., Grassi E., Niveiro N. & Guzmán-Dávalos L.**, 2021: *First contribution to the genus Gymnopilus (Agaricales, Strophariaceae) in Paraguay*. Rodriguésia. Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 72: 1-13.
- Consiglio G., Marchetti M. & Kekki T.**, 2024: *Contributo alla conoscenza del Genere Gymnopilus*. Rivista di Micologia – Bollettino dell'Associazione Micologica Bresadola. 67 (2): 96-166.
- Della Maggiora M. & Pera U.**, 2021: *Funghi in Toscana*. AGMT. La Pieve Poligrafica. Villa Verrucchio (RN). IT.
- Di Vincenzo C.**, 2025: *I Funghi dei Monti Peloritani*. Micologia & Ambiente, Rivista dell'Associazione Dirigenti Scolastici e Territorio, n. 5:4-10. Messina. IT.
- Earle F.S.**, 1909: *The genera of North American gill fungi*. Bulletin of the New York Botanical Garden 5: 373-451.
- Favre J. & Maire R.**, 1937: *Sur un Naucoria des tourbières jurassiennes*. Bull Soc Mycol Fr 53:267-270

- Guzmán-Dávalos L., Ortega A., Contu M., Vizzini A., Rodrigues A.R., Villalobos-Arámula A.R. & Santerre A.**, 2009: *Gymnopilus maritimus* (Basidiomycota, Agaricales), a new species from coastal psammophilous plant communities of Northern Sardinia, Italy, and notes on *G.arenophilus*. Mycological Progress 8 (3): 195-205.
- Høiland K.**, 1990: *The genus Gymnopilus in Norway*. Mycotaxon 39: 257-279.
- Holec J.**, 2005: *Il genere Gymnopilus (Fungi, Agaricales) nella Repubblica Ceca rispetto alle collezioni provenienti da altri paesi europei*. Acta Musei Nationalis Pragae, serie B. Hist Naturalis 61(1-2):1-52
- Horak E.**, 2005: *Röhrlinge und Blätterpilze in Europe*. Elsevier, Monaco. DO.
- Kühner R.**, 1980: *Les hyménomycètes agaricoïdes (Agaricales, Tricholomatales, Pluteales, Russulales): étude générale et classification*. Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon 49: 1-1027.
- Kühner R. & Romagnesi H.**, 1953: *Flore analytique des Champignons supérieurs (Agarics, Bolets, Chanterelles)*. Masson, Editeur, Paris: F.
- Mazza R.**, 2012: *Dizionario illustrato dei funghi – Mykonolexikon 2*. Romar Srl, Segrate (MI). IT
- Miceli A.**, 2022: *Gymnopilus penetrans* (Fr.) Murrill (1912). I sapori del mio Sud, Periodico di informazione dei soci dell'Associazione Cultura Na.Sa.Ta. Anno XVIII n. 200:10-13. Pubblicato anche su ADSeT (Associazione Dirigenti Scolastici e Territorio). <https://www.adset.it/articoli/angelo-miceli/668-gymnopilus-penetrans-fr-murrill-1912/>
- Miceli A. & Mondello F.**, 2024: *Gymnopilus purpureosquamulosus, interessanti ritrovamenti nell'area urbana della città di Messina*. Rivista di Micologia – Bollettino dell'Associazione Micologica Bresadola. 67(3):249-261
- Moreno G.**, 1980: *Estudios sobre Basidiomycetes (I Agaricales)*. Ann Jardin Bot Madr 1979 36:23–42
- Moser M.**, 1993: *Guida alla determinazione dei funghi Vol. 1*. Saturnia Sas, Trento. IT.
- Saitta S.**, 2018: *Primo ritrovamento di Gymnopilus maritimus in Sicilia*. Rivista di Micologia – Bollettino dell'Associazione Micologica Bresadola. 61 (3): 233-242
- Singer R.**, 1986: *The Agaricales in modern taxonomy*. Koeltz Scientific Books. Koe-nigstein

Sitografia

- Acta Plantarum**, 2026: *Etimologia dei nomi botanici e micologici e corretta accentazione*. (ultima consultazione, gennaio 2026). <https://www.actaplantarum.org/etimologia/etimologia.php>
- ICN**, 2026: *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code)*. (ultima consultazione, gennaio 2026) <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>
- GenBank**, 2026: *National Center for Biotechnology Information (NCBI) - NIH genetic sequence database*. (ultima consultazione, gennaio 2026). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>.
- Index Fungorum**, 2026: *Index Fungorum database*. (ultima consultazione, gennaio 2026). www.indexfungorum.org
- Mycobank**, 2026: *Mycobank database*. Fungal databases, Nomenclature & Species Banks. (ultima consultazione, gennaio 2026). www.mycobank.org
- NY**, 2026. *NYBG Steere Herbarium*. New York Botanical Garden, Bronx, New York - NY. (ultima consultazione, gennaio 2026). <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/herbarium-list/>.

Consultazione rivista online:

www.adset.it/riviste

Info, richiesta rivista e invio articoli:

redazione@adset.it





Mycena haematopus: un piccolo basidiomicete dal gambo... sanguinante

Carlo Zovadelli

Via Bergamo, 87 – 26022 Castelvetro (CR)

zovadellicarlo@gmail.com

Angelo Miceli

Via F. D'Arrigo, 6 – C.da Granata – 98125 Messina

angelomiceli49@gmail.com

Premessa

Le Micene...ne abbiamo già parlato in un, ormai datato, precedente contributo micologico firmato da AM, uno degli autori, costituiscono “un mondo a parte che ci trasporta nell’immaginario fiabesco dove innumerevoli specie fungine dalle piccole e ridotte dimensioni, dall’aspetto fragile, minuto, dai colori spesso sgargianti, sorrette da un lungo ed esile gambo, si fondono, in perfetta armonia, viaggiando sempre sulle ali della fantasia, con immaginari piccoli esseri viventi quali gnomi, elfi e fatine dall’aspetto a volte buffo, a volte elegante ed accattivante dando vita alle fantastiche storie cui la fumettistica moderna ci ha, ormai da tempo, abituati” [Miceli, 2019].

Mycena haematopus risponde perfettamente alla descrizione sopra riportata e, nell’ambiente boschivo a lei congeniale, incarna, perfettamente, le immaginarie caratteristiche tipiche della narrativa fumettistica di tutti i tempi, non suscitando, come le altre numerose specie consorelle appartenenti al genere, “alcun interesse alimentare, rimanendo perfettamente ignorata da quanti incontrandola nei boschi la degnano appena di uno sguardo superficiale ritenendola non idonea ad ornare il desco per il pasto serale” [Miceli, 2019]... “Piccole entità”, le “micene”, a dirla con Giovanni Robich (comunicazione personale inviata a Stefano Balestreri nel 2014), unanimemente ritenuto tra i maggiori studiosi e conoscitori del genere, “che sembrano far di tutto per non attirare l’attenzione” [Miceli, 2019].

Genere *Mycena* (Pers.) Roussel

Fl. Calvados, Edn 2: 64 [‘46’] (1806)

Specie tipo

Mycena galericulata (Scop.) Gray

Nat. Arr. Brit. Pl. (London) 1: 619 (1821)

Etimologia: *Mycena* dal greco μύκης (mýces) fungo: attinente i funghi, o anche fungo per antonomasia [Acta plantarum, 2025].

Al genere, istituito nel 1797 come sezione del “Grande Genere *Agaricus*”¹, da Chri-

¹ Il Grande Genere *Agaricus*: veniva considerato, nel sistema adottato da Persoon, un “Super Genere”

*Mycena haematopus*

Foto C. Zovadelli

stian Hendrik Persoon (botanico e micologo sudafricano. Stellenbosch, 1 febbraio 1761 – Parigi, 16 novembre 1836) che lo pubblicò nell'opera "Tentamen Dispositionis Methodicae Fungorum in Classes, Ordines, Genera et Familias cum Supplemento Adjecto" [Zovadelli & Papetti, 2021], appartengono macromiceti di piccolissime o medio-piccole dimensioni caratterizzati da portamento esile e lanciato, tendenti ad essiccare senza marcire (marcescenti,

imputrescibili) a tempo secco, con aspetto micenoide, omfalinoide o collobioide (quando hanno conformazione strutturale simile ai funghi appartenenti al genere *Mycena*, *Omphalina* o *Collybia*), lignicoli, su radici, cortecce, tronchi, ma anche su foglie, residui erbacei ed altro, con nutrizione saprotrofica e crescita singola, gregaria o cespitosa, diversificati dai seguenti caratteri morfologici: **Cappello** tipicamente conico, campanulato, parabolico, emisferico, a volte depresso, igrofano (quando assume colore diverso in considerazione del suo stato: più chiaro se asciutto, più scuro se bagnato), liscio, glabro, talora pruinoso, con o senza umbone, in alcune specie ricoperto da una pellicola di glutine facilmente asportabile, spesso striato per trasparenza, a volte striato-solcato. **Imenoforo** a lamelle da sublibere (quando non raggiungono il gambo) ad adnate (quando si uniscono al gambo per tutta la loro altezza) o decorrenti per un dentino (quando prima di unirsi al gambo formano una piccola ansa prolungandosi, poi, sul gambo stesso, con un piccolo uncino-dentino) in alcune specie formanti uno pseudocollarium (piccolo cercine all'apice del gambo dove convergono le lamelle non raggiungendolo), variabili nel colore: bianco, bianco-grigiastro, grigio, giallo pallido, giallo, rosa, con orlo bianco o colorato in varie tonalità.

*Mycena haematopus*

Foto A. Miceli

nel quale venivano posizionati quasi tutti i funghi con imenoforo lamellato indipendentemente dal colore delle spore o da altre caratteristiche microscopiche. È opportuno precisare che, a quel tempo, Persoon aveva già separato dal genere *Agaricus*, e considerato come autonomi, i generi *Coprinus*, *Lactarius*, *Russula* e *Amanita*, ospitando, quindi, il Grande Genere *Agaricus*, tutti i funghi lamellati privi di volva. Trattandosi, in ogni caso, di un insieme molto vasto comprendente centinaia di specie, il genere venne suddiviso in tre sezioni: *Pleuropus*, *Mycena* e *Agaricus* [Zovadelli & Papetti, 2021].

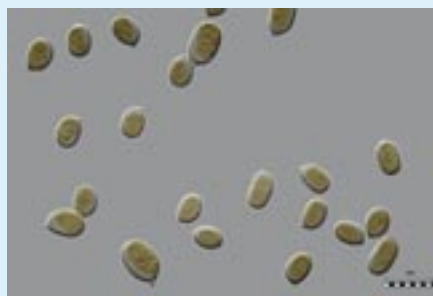
*Mycena haematopus* spore 1000×

Foto C. Zovadelli

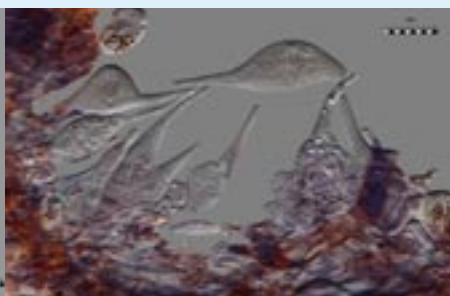
*Mycena haematopus* cheilocistidi 1000×

Foto C. Zovadelli

Impronta sporale bianca. **Gambo** centrale, subcilindrico o con la base radicante o ingrossata, quasi sempre ricoperta da una più o meno abbondante peluria bianca e, in alcune specie (sezione *Basipedes*), con un disco basale da cui si erge il gambo, cavo, sottile, a volte molto lungo, liscio, glabro, talvolta pruinoso, asciutto, in alcune specie ricoperto da uno strato superficiale di glutine, generalmente concolore con il cappello, su tonalità molto variabili che vanno dal bianco al grigio spaziando tra molteplici sfumature bruno-brunastre, talora gialle. **Carne** poco consistente, di colore variabile dal bianco, al grigio, al crema; sapore nullo o, a volte, mite, farinoso, rancido, amaro; odore a volte gradevole di farina, fruttato, a volte sgradevole, che ricorda quello della candeggina (definito anche nitroso o di cloro). Al genere non appartengono specie di interesse alimentare [Miceli, 2019]. **Spore** lisce, a volte guttulate, ellissoidali, cilindracee, globose, amiloidi o non amiloidi [Robich, 2003].

Mycena haematopus (Pers.) P. Kumm.

Führ. Pilzk. (Zerbst): 108 (1871)

Basionimo

Agaricus haematopus Pers., nom. sanct.

Observ. mycol. (Lipsiae) 2: 56 (1800)

Autore sanzionante: E.M. Fries, Syst. mycol. 1: 149 (1821).

Pronuncia: *Mycéna haemátopus*.

Etimologia: *haematopus* dal greco αἷμα (haima) *sangue* e da πούς (pous) piede, gambo, stelo, con espresso riferimento al gambo che alla frattura secerne un liquido rosso simile al colore del sangue [Acta Plantarum, 2025].

Posizione sistematica: divisione Basidiomycota R.T. Moore, classe Agaricomycetes Doweld, ordine Agaricales Underw., famiglia Mycenaceae Overeem, genere *Mycena* (Pers.) Roussel [Index Fungorum, 2025; MycoBank, 2025].

Sinonimi principali

- ≡ *Galactopus haematopus* (Pers.) Earle ex Murrill
- N. Amer. Fl. (New York) 9(5): 319 (1916)

- = *Agaricus haematopus* var. *umbilicatus* Mont.
Syll. gen. sp. crypt. (Paris): 111 (1856)
- = *Mycena haematopus* var. *marginata* J.E. Lange
Dansk bot. Ark. 1(no. 5): 20 (1914)

Diagnosi originale

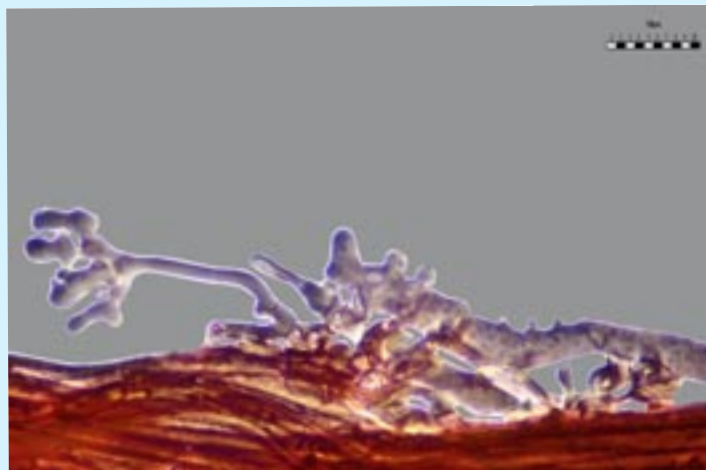
Agaricus (Mycena) haematopus: cespitosus, pileo carnosio-membranaceo convexo, ex albido rubescente, lamellis angustis albis, stipite subtenui rufescente: rupto succum rubrum secernente.

Hab. Passim ad truncus, locis montuosus.

Descr. Stipes 2-3 unc. Longus, glaber, vix caudatus, fistulosus lacerates succum sanguineo-purpurascentem subacrem, copiosum stillat. Lamellae subadnexae, lan-
ceolatae adscendunt. Pileus ex hemisphaerico conicus, aut totus candidus, ut plurimum vero acquose purpurascens, incisus intus quoque succulentus, umbone saltem non manifesto Gaudet.

Traduzione

Agaricus (Mycena) haematopus: cespitoso, cappello carnosio-membranaceo convesso, da biancastro ad arrossante, lamelle strette, bianche, con gambo piuttosto sottile e arrossante: alla frattura secerne un latte rosso.



Mycena haematopus caulocistidi 1000×

Foto C. Zovadelli

Cresce su tronchi in zone montuose.

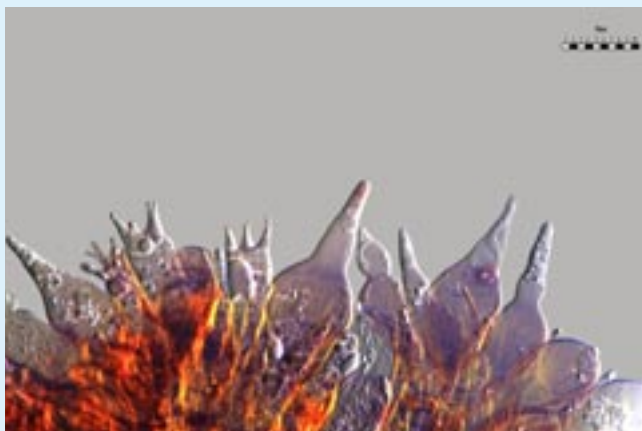
Descrizione

Gambo lungo 2-3 unc., glabro, appena radicante, fistoloso, alla frattura cola copioso latte color sangue-purpureo piuttosto acre. Lamelle sub-

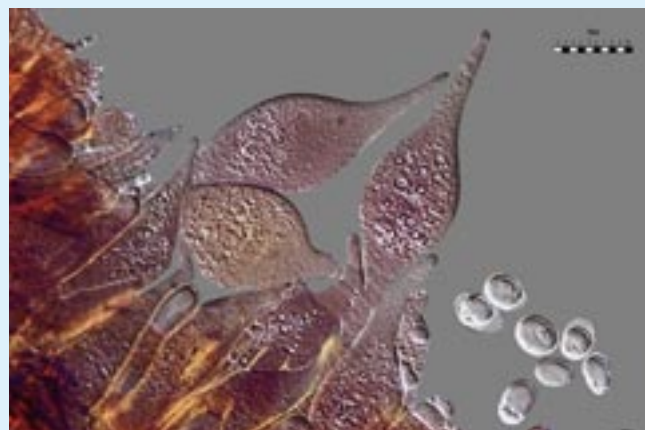
bannesse, lanceolate, ascendenti. **Cappello** emisferico-conico, tutto bianco o, come il più delle volte, purpureo pellucido; se inciso pieno di liquido anche dentro, talvolta con umbone non molto evidente [Robich, 2003].

Descrizione macroscopica

Cappello di piccole dimensioni, da 1 a 3 cm, inizialmente ovoidale, con la maturazione conico-campaulato, emisferico, con presenza di un umbone più o meno evidente, orlo striato per trasparenza, margine leggermente debordante, superficie pruinoso, igrofana, inizialmente di colore bruno chiaro-rosato, poi bruno-rossastro con riflessi rosa-vinosi, zona discale più scura con tonalità vinose più o meno intense, via via più chiaro verso il margine, denticolato negli esemplari giovani. **Imenoforo** a lamelle piuttosto spaziate con presenza di lamellule, adnate o decorrenti per un dentino, bianche, biancastre o sfumate di rosa, filo bianco o punteggiato di rosa-vinoso o rossastro. **Impronta sporale** bianca. **Gambo** centrale, cilindraceo, esile, cavo, inizialmente vinoso, poi rosso-vinoso, interamente ricoperto da una evidente pruina bianca,



Mycena haematopus basidi e pleurocistidi 1000× Foto C. Zovadelli



Mycena haematopus cheilocistidi 1000×

Foto C. Zovadelli

con peluria bianca o bruniccia alla base; alla frattura emette un latice rosso-sanguineo. **Carne** esigua, grigio-vinosa con leggero odore raffenoidale e sapore nullo; alla frattura emette un latice acquoso rosso sanguineo.

Descrizione microscopica

Basidi clavati, 30-35 × 6-12 µm, tetrasporici.

Spore da ellissoidali a largamente ellissoidali, 8,1-9,9 × 5,3-6,1 µm, media 8,9 × 5,7 µm, Q = 1,5-1,7, Q_m = 1,6, a volte guttulate, amiloidi. **Cheilocistidi** fusiformi, 40-75 × 9-15 µm, lisci, con una protuberanza apicale appuntita, alcuni con base pedunculata, con contenuto rosso-bruno, disposti sull'intero orlo lamellare.

Pleurocistidi simili ai cheilocistidi. Ife della pileipellis larghe 2–4,5 μm , ricoperte da escrescenze diverticolate. Caulocistidi clavati o irregolari, 20–55 $\times$ 3,5–11 μm , disposti in grappoli, da ramificati a molto diverticolati. Giunti a fibbia presenti in tutti i tessuti.

Habitat

Specie molto comune, lignicola, a crescita normalmente gregaria e in forma cespitosa, su tronchi o rami di latifoglie in disfacimento e anche, seppure raramente, su conifere, nel periodo estivo-autunnale [Consiglio & Papetti, 2003; Boccardo et al., 2008; Della Maggiora & Pera, 2021; Zovadelli & Papetti, 2021]. Nel territorio messinese, sia sui monti Peloritani che sui monti Nebrodi, è stata rinvenuta anche su *Quercus suber* (Sughera) e *Q. pubescens* (Rovella). [MicologiaMessinese, 2025].



Mycena sanguinolenta

Foto C. Zovadelli

Viene spesso invasa da *Spinellus fusiger* (Link) Tiegh. [Ferisin, 2022], uno zigomicete parassita che predilige associarsi, tra le altre, alle specie fungine appartenenti al genere *Mycena* [AMINT, 2025].

Commestibilità: senza interesse alimentare.

Caratteri differenziali

Si riconosce facilmente per la tipica crescita lignicola e in gruppi di diversi esemplari; per le piccole dimensioni; per il cappello sottile e più o meno campanulato; per la caratteristica colorazione bruno-rossastra, bruno-vinosa; per il gambo ricoperto interamente da una pruina biancastra e per il lattice rosso sangue che fuoriesce dal gambo alla frattura. Microscopicamente si caratterizza per i cheilocistidi lisci, tipicamente fusiformi (a forma allungata e rastremata alle due estremità opposte e più ingrossata al centro [Lazzari, 1980]) o lageniformi (a forma di ampolla con lungo collo [Mazza, 2012]) e per i caulocistidi clavati o di forma irregolare [Consiglio & Papetti, 2003].



Mycena crocata

Foto C. Zovadelli

Specie simili

Per la particolare caratteristica di secernere, in particolare alla frattura del gambo, un liquido rossastro, è facilmente riconoscibile e distinguibile dalle altre

specie congeneri, tuttavia può essere facilmente confusa con le altre specie (solo due) che presentano analoga caratteristica e che, in appresso, ricordiamo:

- **Mycena sanguinolenta** (Alb. & Schwein.) P. Kumm.

Führ. Pilzk. (Zerbst): 108 (1871)

Differisce, principalmente, per la taglia inferiore; per il cappello che allo sfregamento si macchia di rosso; per il filo lamellare sempre scuro [Della Maggiora & Pera, 2021]; per l'habitat prevalentemente costituito da lettiera o residui legnosi [Della Maggiora & Pera, 2021]; per i cheilocistidi che hanno la stessa forma dei caulocistidi [Consiglio & Papetti, 2003].

- **Mycena crocata** (Schrad.) P. Kumm.

Führ. Pilzk. (Zerbst): 108 (1871)

Si differenzia, soprattutto, per il lattice giallo-arancione che solitamente viene emesso alla frattura di qualunque parte dello sporoforo, non solo dal gambo; per l'habitat costituito, in prevalenza, da lettiera o residui legnosi [Della Maggiora & Pera, 2021].

Ringraziamenti

Gli autori desiderano rivolgere un doveroso ringraziamento a:

Stefano Balestreri per avere fornito copia della comunicazione personale ricevuta, nel 2014, da Giovanni Robich sul genere *Mycena*, dalla quale sono stati tratti i riferimenti riportati, con l'indicazione della fonte, nel corpo del presente contributo;

Carlo Papetti per la cortese ed attenta revisione del testo.

Bibliografia citata

- Boccardo F., Traverso M., Vizzini A. & Zotti M.**, 2008: *Funghi d'Italia*. Ristampa 2013. Edit. Zanichelli, Bologna. IT.
- Consiglio G. & Papetti C.**, 2003: *Atlante Fotografico dei Funghi d'Italia*, Vol. 2 (prima ristampa). A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici, Trento. IT.
- Ferisin G.**, 2022: *I funghi italiani più comuni*, (seconda edizione). Printed by Amazon Italia Logistica S.r.l. Torrazza Piemonte (TO). IT.
- Della Maggiora M. & Pera U.**, 2021: *Funghi in Toscana*. AGMT (Associazione Gruppi Micologici Toscani). La Pieve Poligrafica, Villa Verrucchio (RN). IT.
- Lazzari G.**, 1980: *Glossario Micologico in cinque lingue*. Gruppo Micologico G. Bresadola, Trento. IT.
- Mazza R.**, 2012: *Dizionario illustrato dei funghi – Mykonolexikon 2*. Romar Srl, Segrate (MI). IT
- Miceli A.**, 2019: *Mycena renati, delicata composizione floreale*. Passione Funghi & Tartufi, 99: 42-47
- Robich G.**, 2003: *Mycena d'Europa*. Associazione Micologica Bresadola (AMB), Trento. IT.
- Zovadelli C. & Papetti C.**, 2021: *Primi passi nel Genere Mycena s.l.* – Parte Prima. Funghi e dintorni, 10: 41-66. AMB Trento. IT.

Bibliografia di approfondimento

- Aronsen A. & Laessoe T.**, 2016: *The Genus Mycena s.l.* Edit. Laessoe T., Guldberg Froslev T., Petersen J.H. & Elborne A.S.
- Bertinaria B., Tizzoni R. & Zorio P.**, 2020: *Atlante dei funghi del biellese*. E20ProgettiEditore. Biella. IT.
- Illice M., Tani O. & Zuccherelli A.**, 2011: *Funghi velenosi & commestibili. Manuale macro-microscopico delle principali specie*. Tipoarte Industrie Grafiche. Ozzano Emilia (BO). IT.
- La Chiusa L.**, 2021: *Guida ai funghi d'Europa*. Il Castello Srl. Cornaredo (MI). IT.
- Mazza R.**, 2010: *I funghi, guida al riconoscimento*. VI Edizione. Fabbri Editori. Milano. IT.
- Oppicelli N.**, 2020: *Funghi in Italia*. Erredi Grafiche Editoriali. Genova. IT.
- Phillips R.**, 1985: *Riconoscere i funghi*. Istituto Geografico De Agostini, Novara. IT.
- Zovadelli C. & Papetti C.**, 2022: *Primi passi nel Genere Mycena s.l.* – Parte Seconda. Funghi e dintorni, 11: 25-32. AMB Trento. IT.
- Zovadelli C. & Papetti C.**, 2022: *Primi passi nel Genere Mycena s.l.* – Parte Terza. Funghi e dintorni, 12: 1-12. AMB Trento. IT.
- Zovadelli C. & Papetti C.**, 2023: *Primi passi nel Genere Mycena s.l.* – Parte Quarta. Funghi e dintorni, 13: 21-30. AMB Trento. IT.
- Zovadelli C. & Papetti C.**, 2023: *Primi passi nel Genere Mycena s.l.* – Parte Quinta. Funghi e dintorni, 14: 13-26. AMB Trento. IT.
- Zovadelli C. & Papetti C.**, 2023: *Primi passi nel Genere Mycena s.l.* – Parte Sesta. Funghi e dintorni, 15: 15-30. AMB Trento. IT.

Sitografia

- Acta Plantarum**, 2025: *Etimologia dei nomi botanici e micologici e corretta accentazione*. (ultima consultazione, ottobre 2025).
<https://www.actaplantarum.org/etimologia/etimologia.php>
- AMINT**, 2025: *Spinellus fusiger (Link) Tiegh. 1875*. (ultima consultazione, ottobre 2025).
<https://www.funghiitaliani.it/topic/102692-spinellus-fusiger-link-tiegh-1875/>
- Index Fungorum**, 2025: *Index Fungorum database*. (ultima consultazione, ottobre 2025).
www.indexfungorum.org
- MicologiaMessinese**, 2025: *Mycena haematopus (Pers.) P. Kumm.* (ultima consultazione, ottobre 2025).
https://micologiamessinese.altervista.org/Funghi%20Mycena.htm#Mycena_haematopus
- Mycobank**, 2025: *Mycobank database. Fungal databases, Nomenclature e Special Banks*. (ultima consultazione, ottobre 2025).
www.mycobank.org



MICOLOGIA TOSCANA
Rivista dell'Associazione Gruppi Micologici Toscani

Micologia Toscana
Periodico ufficiale dell'Associazione Gruppi Micologici Toscani (AGMT).
Con cadenza annuale, **Micologia Toscana** ospita lavori originali sulla micologia in generale, con preferenza per la micoflora della Regione Toscana. La rivista è composta da una parte scientifica, destinata ad accogliere articoli sulla sistematica, tassonomia, nomenclatura, biologia e ecologia dei funghi, ed una a carattere più generale.

Disponibile in promozione:

- Volumi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 - € 5,00 cadauna compresa spedizione (Italia).
- Volume 7 anno 2025 - € 7,00 compresa spedizione (Italia).

Per acquistare: <https://www.agmtmicologia.org>
Per ulteriori informazioni scrivere a info@agmtmicologia.org

Indice Volume 7 (2025) – Sezione scientifica

F. Baccardo, M. Clericiuso, F. Denaro & A. Valsecchi Illustrazione di tre <i>Corinaria</i> della sezione <i>Calothra</i> descritti di recente per l'Italia.		9-29
G. Barletti Note tassonomiche sulle sezioni del genere <i>Pluteus</i> .		31-44
S. Marini Some clarifications and many doubts about some <i>Arctiaria</i> sect. <i>Agaricini</i> .		45-56
S. Tomassini <i>Corinaria</i> prima dell'alta-estate: descrizione morfologica e conferma molecolare di <i>Corinaria</i> <i>infinitesima</i> e <i>C. copelandii</i> .		57-77
A. Miceli, M. Della Maggiore, F. Mondello, F. Attene & R. Valsecchi Prima segnalazione in Italia di <i>Arctiaria</i> <i>violacea</i> (Agaricales, <i>Entolomataceae</i>), specie nordica poco documentata in letteratura, raccolta in Sicilia.		79-88
A. Favretti <i>Russuloid</i> <i>clade</i> novità nomenclaturali.		89-100



Prima segnalazione di *Lycoperdon umbrinoides* dalla Sicilia

Massimo Bacci

Via Livornese Ovest, 38 – 56035 CASCIANA TERME LARI (PI)
baccimassimo59@gmail.com

Maria Teresa Basso

Via Croce, 31 – 56035 CASCIANA TERME LARI (PI)
emmetibi58@gmail.com

Gabriele Cacialli

Via A. Cecioni, 10 – 57127 LIVORNO
gabriele.cacialli@alice.it

Filippo Gabriele La Rosa

Via Ten. Genovese, 44 – 98051 BARCELLONA P.G. (ME)
filippolarosa60@gmail.com

Introduzione

Gli autori descrivono una raccolta di *Lycoperdon umbrinoides* Dissing & Lange effettuata sui Monti Peloritani, prima segnalazione ufficiale di questa specie per la Regione Sicilia. Viene fornita una descrizione macro- e microscopica con relative foto a colori. Questo lavoro è da considerarsi complementare a quello di Bacci et al. (2025), dove il lettore può attingere per ulteriori notizie sulla specie.

Materiali e metodi

Analisi macromorfologica: la descrizione dei basidiomi è stata effettuata su materiale fresco raccolto il giorno precedente. Gli esemplari della raccolta si sono presentati ancora immaturi. Per i fotocolori è stata usata una fotocamera digitale.

Analisi microscopica:

L'esame dei caratteri micromorfologici della raccolta è stato effettuato su esemplari essiccati a +40 °C mediante un microscopio Nexcope, obiettivi Plan F S-Apo 20×, 40×, 100× ad immersione in olio e con l'utilizzo di polarizzatore. Mezzi di osservazione: blu cotone, reattivo di Melzer, acqua. Le fotografie sono state effettuate con fotocamera digitale reflex Canon EOS 600D. È stato utilizzato il programma Combine ZP per due delle immagini pubblicate relative all'esoperidio. La misurazione degli elementi microscopici e l'elaborazione dei dati spo-

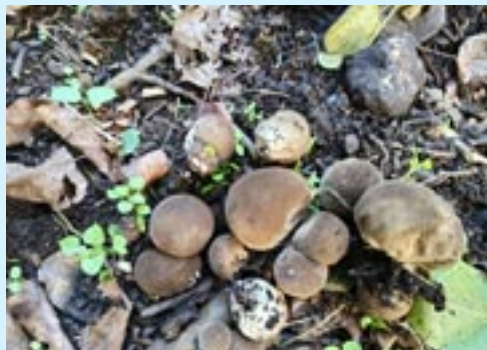
rali sono stati effettuati con il programma Piximètre v. 5.10. I dati delle misure sporali e il valore risultante del Q sporale (lunghezza/larghezza) sono espressi con la formula (MINI) min-max (MAXI). Vengono inoltre indicate le rispettive medie Me e Qe.

Lycoperdon umbrinoides Dissing & Lange

Bull. Jard. bot. État Brux. 32: 344. 1962

Caratteri macroscopici

Sporofori globosi, emisferico-appiattiti, piriformi, fino a 30 mm di altezza e 40 mm di larghezza; talvolta la base si rastrema a formare uno pseudogambo.



Lycoperdon umbrinoides, raccolta del 25.10.2025

Foto F. G. La Rosa

Esoperidio bruno-scuro, talvolta nerastro, che va schiarendosi scendendo verso la base, ricoperto da sottili, fitti e numerosi aculei bruni scuri negli esemplari immaturi, che si trasformano poi in granulosità facilmente detersili negli esemplari maturi e/o vetusti, tanto che l'esoperidio stesso si presenta pressoché liscio al tatto.

Endoperidio chiaro, di consistenza papiracea.

Gleba bianca, spugnosa. Maturando diventa pastosa, filacciosa, ocracea-giallastra. Odore e sapore assenti o debolmente fungini.

Subgleba non ben delimitata dalla gleba e con piccole cellette (lente!) negli esemplari immaturi, priva di diaframma, bianca, compatta e poi cotonosa e scurente verso toni ocracei.

Dispersione delle spore non osservata nella raccolta in esame. In questa specie non avviene tramite un ostiolo apicale ben definito e con gleba pulverulenta a maturazione come di norma in questo genere, bensì gli sporofori vanno incontro a uno stato di marcescenza generale con la gleba che diventa filacciosa e pastosa e il peridio tende a lacerarsi più o meno irregolarmente. Questa caratteristica è riportata, per esempio, nel lavoro di Calonge et al. (2000), dove viene definita "cottony" e anche in Vidal & Calonge (1996), che la descrivono "algodonosa".

Sporata normalmente alutaceo-olivastra, ma non osservata in quanto gli esemplari si presentavano immaturi.

Caratteri microscopici

Spore: globose; dimensioni $(3,5) 3,6 - 4,2 (4,5) \times (2,9) 3,6 - 4 (4,3) \mu\text{m}$ (ornamentazioni escluse); $Q = 1 - 1,1 (1,2)$; $N = 40$; $Me = 3,9 \times 3,8 \mu\text{m}$; $Q_e = 1$; verrucose, altezza delle verruche $0,3 - 0,5 \mu\text{m}$.



Lycoperdon umbrinoides

Foto M. Bacci

Capillizio: $3,8 - 6,5 \mu\text{m}$, brunoastro, parete di spessore $0,8 - 1,0 \mu\text{m}$, con ramificazioni dicotomiche, rari setti, pori non osservati.

Esoperidio: composto di ife da subglobose a globose, anche un po' irregolari $(12,5) 16 - 35,5 (38) \times (11,5) 15 - 34,5 (37) \mu\text{m}$, con parete spessa fino a $4 \mu\text{m}$ e da elementi imeniformi, subclaviformi, subcilindrici, anche attenuati verso la base, a sommità arrotondata, dimensioni $35 - 40 \times 11,5 - 18 \mu\text{m}$, anch'essi a parete spessa, parimenti alle ife di cui sopra.

Habitat

L. umbrinoides è normalmente rinvenuto in zone a clima mediterraneo o atlantico temperato. Predilige aree rurali, ai margini o fuori dai boschi, talvolta con presenza di rovi (*Rubus ulmifolius*), luoghi erbosi. A crescita fortemente gregaria, con esemplari talvolta cespitosi. Fruttifica in autunno, fino all'inizio dell'inverno o a primavera inoltrata. La raccolta in esame è stata rinvenuta in un'area attrezzata per pic-nic e bivacchi, su terreno nudo con presenza di pini mediterranei (*Pinus pinaster*), castagni e rari frassini.



Monti Peloritani, località Milioso, Barcellona (ME), habitat della raccolta di *Lycoperdon umbrinoides*

Foto F. G. La Rosa

Raccolta studiata

20 ottobre 2025 Monti Peloritani, area attrezzata demaniale Milioso, nei pressi del «Pagghiaru di Baffuni», Barcellona Pozzo di Gotto (ME), circa 500 m s.l.m.: leg. F.G. La Rosa, det. M. Bacci. Exsiccata conservate negli erbari personali degli autori; sequenza rDNA-ITS PZ134885 (database GenBank).

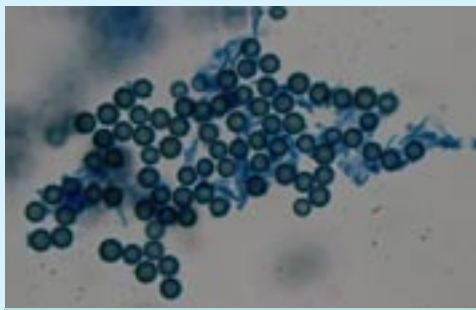
Discussione

La raccolta di *L. umbrinoides* qui descritta rappresenta il primo ritrovamento ufficiale avvenuto sul territorio della Regione Sicilia.

Per chi volesse approfondire la conoscenza di questa specie, rimandiamo alla lettura del più ampio lavoro in Bacci et al. (2025), limitandoci in questa sede ad un breve riassunto.

Si inseriscono inoltre foto inedite di repertorio relative a raccolte passate.

L. umbrinoides è stato descritto per la prima volta da materiale d'erbario proveniente dall'allora Congo Belga, oggi Repubblica Democratica del Congo,

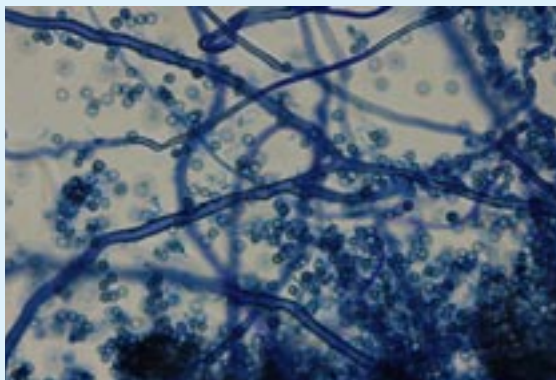


Lycoperdon umbrinoides, spore 100× in blu cotone
Foto M. T. Basso

nell'Africa Centrale [Dissing & Lange, 1962]. Il primo ritrovamento per l'Europa è riportato in Cetto (1993), senza indicazione del luogo di provenienza e sub nomine *L. atrum* Pat., nom. illeg. (Art. 53.1 ICN) [Patouillard, 1902]. Con questo nome è stato descritto da Vidal & Calonge (1996) e Pera (1998), su raccolte dalla Spagna e dalla Toscana rispettivamente. In Calonge et al. (2000) fu dimostrato

che le raccolte europee così chiamate sono da assegnare a *L. umbrinoides*, con *L. atrum* relegato a specie tropicale della zona centro- e sudamericana. Con questo nome corretto sono state segnalate altre successive raccolte dal Giappone [Kasuya, 2004], dalla Toscana [Sarasini, 2005], dalla Francia [Chéreau, 2008], dalla Spagna (Cantabria) [García & Alonso, 2012], (Asturie) [Domínguez, 2018; Rodríguez, 2018], (Galizia) [Requejo et al., 2018] e nuovamente dalla Toscana [Bacci et al., 2025]. In quest'ultimo lavoro sono segnalate anche tre raccolte dal Lazio.

La microscopia effettuata sulla raccolta siciliana non ha evidenziato, molto probabilmente a causa dei basidiomi immaturi, i caratteristici elementi arrotondati, ellissoidali, isolati, cianofili, liberamente dispersi tra le spore, presenti nella gleba. Questi sono stati interpretati come basidi potenzialmente persistenti in Demoulin (1976) e da lui trovati anche nel materiale olotipico. Elementi simili sono stati rinvenuti abbondanti anche nei campioni di una raccolta toscana [Bacci et al., 2025: 7, f. 3] e sono stati segnalati pure in raccolte spagnole [Calonge et al., 2000]. Si at-

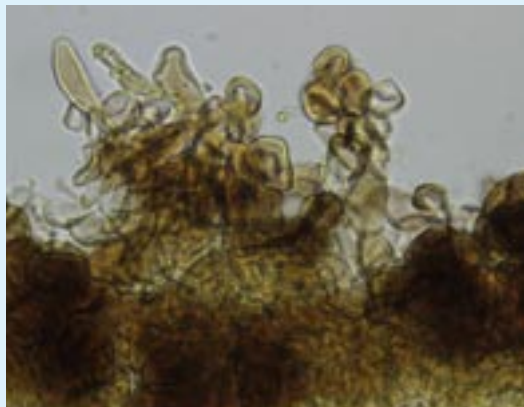


Lycoperdon umbrinoides, capillizio e spore 40× in blu cotone
Foto M. T. Basso

tendono ulteriori ritrovamenti, con basidiomi a completa maturazione, dove osservare tali elementi tipici di *L. umbrinoides* e di poche altre specie tropicali.

La nostra raccolta è stata sequenziata genericamente e confrontata, tramite l'algoritmo BLASTn presente in GenBank, con le altre tre sequenze disponibili provenienti dalla Spagna e dalla Toscana. La correlazione fra

le sequenze è risultata essere prossima al 100%, rafforzando in tal modo la bontà della determinazione. Vista la natura di questo lavoro, finalizzato alla segnalazione di un nuovo ritrovamento di *L. umbrinoides* dalla Sicilia, non si ritiene necessario fornire una analisi filogenetica, anche in considerazione dell'esiguo numero di sequenze disponibili e della loro scarsa rappresentatività geografica. È auspicabile una approfondita analisi di filogenesi molecolare con campioni provenienti anche da altre zone di raccolta, holotypus compreso, per verificare la reale corrispondenza con le raccolte africane e la corretta posizione tassonomica della specie. Una preliminare analisi filogenetica ha mostrato infatti la possibilità che *L. umbrinoides* possa ricadere nel genere *Apio-perdon* (Kreisel & D. Krüger) Vizzini [Bacci et al., 2025]. Ad integrazione di quanto allora ri-



Lycoperdon umbrinoides, esoperidio con elementi a parete spessa 40× in Melzer
Foto M. T. Basso

portato, gli autori segnalano che è stato effettuato da parte loro un tentativo di sequenziamento dell'holotypus, gentilmente fornito dal Meise Botanic Garden di Bruxelles, purtroppo fallito per la mancata estrazione del DNA.

Forniamo anche altre due segnalazioni di raccolte dalla Toscana, di cui siamo venuti a conoscenza dopo l'uscita del lavoro di cui sopra. La prima è in Narducci et al. (2007) proveniente dalla zona del Monte Pisano e l'altra è un ritrovamento di materiale d'erbario del Gruppo Micologico Livornese, associato al Museo di Storia Naturale del Me-

diterraneo di Livorno, basato su una raccolta nel Comune di Casciana Terme Lari (PI). Riassumiamo inoltre quello che a nostro parere la comunità micologica dovrebbe compiere, nell'ambito di una analisi molecolare, al fine di una migliore conoscenza di questa specie:

- 1 Creazione di un epitypus di *L. umbrinoides* (e relativo sequenziamento) con materiale proveniente dalla zona di prima raccolta, in quanto l'holotypus ha rivelato essere non sequenziabile;
- 2 Costruzione di un filogramma con un maggior numero di sequenze di quelle attualmente disponibili e provenienti non solo dall'Italia e dalla Spagna, ma anche da altre regioni geografiche, compresa la raccolta giapponese di cui è disponibile il campione d'erbario [Museo Prefetturale di Storia Naturale di Kanagawa (KPM), voucher KPM-NC0019828];
- 3 Verifica della conspecificità della raccolta-tipo africana con le altre europee e giapponesi;
- 4 Creazione di una o più nuove specie nel caso non vi fosse conspecificità fra le raccolte di cui al punto precedente;
- 5 Verifica del corretto genere di appartenenza di *L. umbrinoides*;
- 6 Verifica, tramite strumenti molecolari, della effettiva conspecificità fra *L. umbrinoides* ed il suo sinonimo eterotipico *L. ashantiense* Dring [Dring, 1964]. L'holotypus di questa seconda specie è depositato presso il fungarium dei Royal Botanic Gardens di Kew (K) (voucher K-M000836858) ed è mancante della sequenza genica;
- 7 Nel database UNITE (<https://unite.ut.ee/>) sono disponibili una decina di sequenze sotto il nome di *L. umbrinoides* provenienti dal Sud America (Brasile, Messico, Colombia, Bolivia). Ad una prima analisi sono risultate essere raggruppate in due diversi clade filogeneticamente distanti dalle raccolte europee di *L. umbrinoides*. Si rende quindi necessario un ampliamento del filogramma inserendo altre sequenze di specie della famiglia *Lycoperdaceae* Bercht. & J. Presl., per verificare il loro corretto clade di appartenenza;
- 8 *L. atrum* nom. illeg. (= *L. juruense* Henn. [Hennings, 1904]) è una specie ritrovata in Centro- e Sud America (Caraibi, Brasile, Florida, Cuba, Uruguay), "sister" di *L. umbrinoides* e morfologicamente simile. Anche per questa specie si rende necessaria l'istituzione di un neotypus, in quanto l'holotypus non è esistente e successivamente verificare il corretto grado di parentela fra le due specie.

Altre informazioni su raccolte sub nomine *L. umbrinoides*, sono disponibili sul sito web GBIF.org

[https://www.gbif.org/es/occurrence/search?offset=20&taxon_key=5453702].

Conclusioni

Con questo lavoro gli autori vogliono contribuire ad una migliore conoscenza di questa rara specie auspicando nuove raccolte, in primis italiane e poi da altre aree geografiche, possibilmente africane.

Bibliografia

- Bacci M., Cacialli G. & Jeppson M.**, 2025: *Lycoperdon umbrinoides*, un raro gasteromicete mediterraneo. Bollettino del Circolo Micologico "G. Carini" 89: 3-18.
- Calonge F.D., Vidal J.M. & Demoulin V.**, 2000: *Lycoperdon umbrinoides* Dissing & Lange, *Gasteromycetes, a tropical fungus present in Europe*. Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid 25: 55-58.
- Cetto B.**, 1993: *I funghi dal vero* Vol. 7: 477. 1a ed. italiana, n° 2869. Arti Grafiche Saturnia. Trento.
- Chéreau R.**, 2008: *Lycoperdon umbrinoides* Dissing & Lange 1962. Cahiers Mycologiques Nantais 20: 3-4 + foto pag. 23.
- Demoulin V.**, 1976: *Species of Lycoperdon with a setose exoperidium*. Mycotaxon 3 (2): 275-296.
- Dissing H. & Lange M.**, 1962: *Gasteromycetes of Congo*. Bulletin du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles 32 (4): 325-416.
- Domínguez E.R.**, 2018: *Lycoperdon umbrinoides*. Centro de estudios Micológicos asturianos. <https://www.centrodeestudiosmicologicosasturianos.org/?p=362> (Ultima consultazione: 22/12/2025. Accesso previa registrazione).
- Dring D.M.**, 1964: *Gasteromycetes of West Tropical Africa*. Mycological Papers 98: 1-60.
- García A. & Alonso J.L.**, 2012: *Lycoperdon umbrinoides*. Asociacion vallisoletana de micologia. <http://asociacionvallisoletanademichologia.com/wordpress/wpcontent/uploads/2015/02/Lycoperdonumbrinoides.pdf> (Ultima consultazione: 22/12/2025. Accesso previa registrazione).
- Hennings P.**, 1904: *Fungi amazonici I. a cl. Ernesto Ule collecti*. Hedwigia 43 (3): 154-186.
- Kasuya T.**, 2004: *Notes on Japanese Lycoperdaceae. 1: Lycoperdon umbrinoides, a tropical fungus newly found in Japan*. Mycoscience 45: 298-300.
- Narducci R., Cecchini A. & Tomei P.E.**, 2007: *Macromiceti del Comune di San Giuliano Terme: stato delle conoscenze*. Quaderni della Sezione di Botanica e Geobotanica Applicate dell'Università di Pisa 1: 9-62.
- Patouillard N.T.**, 1902: *Champignons de la Guadeloupe, recueillis par le R.P. Duss, 3e Série*. Bulletin de la Société mycologique de France 18 (2): 171-186.
- Pera U.**, 1998: *Un gastromicete non comune: Lycoperdon atrum Patouillard*. Parliamo di Funghi. Bollettino del Gruppo Micologico Camaiolese 6: 29-33.
- Requejo O., Garea M. & Corral S.**, 2018: *Algunos hongos raros o poco conocidos en Galicia, N.O. Península Ibérica II*. Yesca 30: 95-104.
- Rodríguez F.**, 2018: *Lycoperdon umbrinoides*. Setas de Siero y Noreña. <https://asetasporsiero.blogspot.com/2018/10/lycoperdon-umbrinoides.html>. (Ultima consultazione: 22/12/2025).
- Sarasini M.**, 2005: *Gasteromiceti epigei*: 219-221. AMB Fondazione Centro Studi Micologici. Trento.
- Vidal J.M. & Calonge F.D.**, 1996: *Lycoperdon atrum* Pat., *Gasteromycetes, nuevo para España*. Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid 21: 375-379.



Micorrize: architettura della simbiosi, processi ecologici e servizi ecosistemici

Gabriella Martino

Via L. Manara, 24 - 27051 Cava Manara (PV)

gabriella.martino56@gmail.com

Introduzione

La micorriza rappresenta una delle interazioni biologiche più importanti e diffuse negli ecosistemi terrestri. Coinvolge la maggior parte delle piante e un'elevatissima diversità di funghi del suolo ed è stata documentata in oltre il 90% delle famiglie vegetali e in circa l'80% delle specie finora esaminate [Smith & Read, 2008]. È ampiamente riconosciuto che essa sia diffusa in quasi tutti gli ecosistemi terrestri, dai deserti alle foreste tropicali, alle savane e ai terreni coltivabili con un ruolo ecologico di primo piano nel ciclo del carbonio e dei nutrienti.

Questa simbiosi rappresenta un elemento chiave per comprendere il funzionamento delle comunità vegetali, le dinamiche del suolo e i processi ecologici che regolano la produttività e la stabilità degli ecosistemi naturali e antropizzati.

Negli ultimi decenni, i progressi nelle conoscenze anatomiche, fisiologiche e molecolari hanno consentito di superare una concezione della micorriza come semplice interazione nutrizionale limitata ai due partner simbiotici, mettendone in luce la natura di sistema complesso, regolato e dinamico, profondamente integrato nei cicli biogeochimici globali.

Parallelamente, l'interesse applicativo verso le micorrize è cresciuto in relazione alle sfide poste dal degrado del suolo, dalla perdita di biodiversità e dalla necessità di sviluppare modelli di gestione agricola e forestale più sostenibili.

Il presente contributo pone l'accento sugli aspetti funzionali della simbiosi, sui meccanismi che ne regolano la formazione e sulle sue implicazioni ecologiche. Particolare attenzione è dedicata al ruolo delle micorrize nei cicli biogeochimici, nel mantenimento della struttura del suolo e nella protezione delle piante dagli stress biotici e abiotici, mettendo in evidenza i servizi ecosistemici da esse forniti e le principali applicazioni in ambito di agricoltura sostenibile, riforestazione e recupero ambientale [Martin & van der Heijden, 2023].

Principali tipologie micorriziche

La micorriza (Tav. 1) è una struttura anatomica che si forma in seguito all'instaurarsi di un'associazione simbiotica mutualistica tra le ife di un fungo e le radici di una pianta. In questa relazione, il fungo colonizza i tessuti radicali più distali, caratterizzati da un diametro ridotto, senza arrecare danno alla pianta ospite. Il micelio dei funghi micorrizici, grazie alla sua organizzazione filamentosa e reticolare, si estende dalle radici nel suolo attraverso **ife extraradicali** che, essendo molto più sottili dei peli radicali, riescono a penetrare i micropori del terreno inaccessibili

Simbiosi micorrizica



Tavola 1 Rappresentazione grafica schematizzata del rapporto di simbiosi micorrizica tra pianta e fungo Tavola di Andrea Cristiano realizzata manualmente e integrata e colorata con IA: ChatGPT

alle radici. Ne consegue un significativo aumento della superficie assorbente complessiva e una più ampia esplorazione del volume di suolo.

L'interazione micorrizica comporta uno scambio bidirezionale di materia tra i due partner: il micelio fungino facilita l'assorbimento dal suolo di acqua e nutrienti minerali essenziali per la crescita vegetale – tra cui azoto, fosforo e numerosi microelementi come ferro, rame, zinco e manganese – che vengono successivamente traslocati attraverso la rete miceliale; in cambio, la pianta fornisce al fungo i carboidrati prodotti mediante la fotosintesi. L'impiego di tecniche molecolari di metabarcoding, che consentono l'identificazione simultanea di più specie attraverso l'analisi molecolare di DNA proveniente dal suolo o da radici micorrizzate, ha permesso di rivelare che lo spazio biotico e abiotico che circonda le radici (**rizosfera**) ospita funghi micorrizici appartenenti a diversi phyla. Le piante, quindi, non sono più considerate entità autonome, ma come un “superorganismo” integrato che comprende l'ospite vegetale e tutti gli organismi ad esso associati (batteri, archeobatteri, funghi, virus) [van der Heijden et al., 2015].

Nei diversi ecosistemi possono coesistere differenti tipologie di micorrize e, in alcuni casi, piante e funghi ne instaurano più di una. Un singolo fungo può infatti essere collegato simultaneamente a più piante, mentre una stessa pianta può formare micorrize con diversi funghi, anche appartenenti a specie differenti.

La simbiosi micorrizica rappresenta la più antica e diffusa forma di associazione

tra funghi e piante ed è considerata un elemento chiave nella colonizzazione degli ambienti terrestri. Le analisi filogenetiche suggeriscono che tutte le piante terrestri moderne derivino da un unico antenato multicellulare appartenente a una linea di alghe carofite d'acqua dolce e che la colonizzazione delle terre emerse sia avvenuta una sola volta, tra l'Ordoviciano medio (472 - 461 milioni di anni fa, Ma) e superiore (461 - 444 Ma). Le prime evidenze indicano che il passaggio delle piante dall'ambiente acquatico a quello terrestre fu reso possibile dall'instaurarsi di relazioni simbiotiche tra alghe ancestrali e funghi micorrizici. In questo contesto, i funghi svolsero un ruolo fondamentale fornendo alle prime piante un efficace ancoraggio al substrato e facilitando l'assorbimento di acqua e nutrienti minerali, estremamente limitati negli ambienti terrestri primitivi. Parallelamente, attraverso i processi di decomposizione, i funghi contribuirono in modo determinante alla formazione dei primi suoli, creando le condizioni per l'espansione della vegetazione [Martin et al., 2017].

Sebbene la fossilizzazione dei funghi sia rara, diverse evidenze paleontologiche confermano il loro ruolo antico nell'adattamento delle piante alla vita terrestre. Tra queste, il fungo *Tortotubus protuberans*, vissuto tra l'Ordoviciano e il Devoniano (circa 485 - 359 Ma), testimonia l'esistenza di organismi fungini con una crescita ramificata simile a quella dei funghi attuali, già in grado di esplorare il substrato e di veicolare nutrienti. Ulteriori evidenze provengono dal celebre giacimento di Rhynie Chert, in Scozia, dove sono state rinvenute piante fossili associate a funghi capaci di formare strutture intracellulari analoghe a quelle osservabili nella simbiosi odierna tra epatiche e funghi micorrizici. *Aglaophyton major* (circa 410 Ma) si associava al fungo *Glomites rhyniensis*, presente all'interno dei suoi tessuti, per l'acquisizione di acqua e nutrienti dal suolo: la simbiosi si instaurava nei fusti, da cui si originavano rizoidi, come evidenziato dai resti fossili. Queste associazioni suggeriscono che già nelle prime fasi dell'evoluzione delle piante terrestri esistessero relazioni simbiotiche complesse e funzionali [Martin et al., 2017].

Nel corso di centinaia di milioni di anni, questa relazione si è consolidata attraverso un prolungato processo di coevoluzione. Studi recenti hanno mostrato che l'instaurarsi della simbiosi prevede un dialogo, una vera e propria 'negoiazione' fra partner che è andata affinandosi nel corso di milioni di anni di coevoluzione, dando origine allo sviluppo di associazioni con diversi livelli di specificità tra partner vegetali e fungini. Un esempio tra i tanti è rappresentato dalla relazione altamente specializzata tra il larice (*Larix decidua*) e il fungo *Suillus grevillei*, ben noto sia ai micologi sia agli appassionati di funghi.

La simbiosi micorrizica può instaurarsi secondo due modalità principali, che si distinguono in base al tipo di colonizzazione operata dal fungo a livello radicale. Nel caso delle micorrize arbuscolari (AM), la colonizzazione è di tipo intracellulare, mentre nelle ectomicorrize (ECM) avviene a livello extracellulare. Sebbene entrambe le tipologie svolgano un ruolo fondamentale per il funzionamento e la salute delle piante, esse differiscono profondamente per l'organizzazione strutturale della simbiosi e per i gruppi vegetali e fungini coinvolti.

Nelle **endomicorrize** il fungo penetra all'interno delle radici e colonizza prin-

cialmente le cellule dello strato corticale sotto l'epidermide. All'interno di questa categoria si riconoscono tre principali tipologie di simbiosi:

Tavola 2 Micorriza arbuscolare (AM)

All'interno della cellula corticale l'ifa forma un arbuscolo ramificato avvolto dalla membrana periarbuscolare (in rosso), sede di scambio di nutrienti e carbonio.

Tavola di Andrea Cristiano
realizzata manualmente e colorata con IA: ChatGPT

Micorriza arbuscolare (AM)



Tavola 3 Micorriza orchidioide (ORM)

Le ife penetrano nei peli radicali e raggiungono il parenchima corticale dove, all'interno delle cellule, formano grandi spire ifali, chiamate 'pelotons' avvolte dalla membrana perifungina (in rosso).

Tavola di Andrea Cristiano
realizzata manualmente e colorata con IA: ChatGPT

Micorriza orchidioide (ORM)

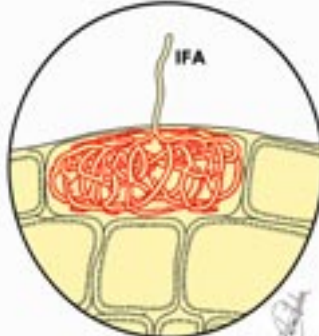


Tavola 4 Micorriza ericoide (ERM)

Le ife prenetrano la parete cellulare epidermica del pelo radicale senza creare superficie di adesione. Quindi colonizzano le cellule, formando al loro interno dense spire ifali, ma rimanendo sempre separate dal citoplasma per mezzo della membrana perifungina (in rosso).

Tavola di Andrea Cristiano
realizzata manualmente e colorata con IA: ChatGPT

Micorriza ericoide



la **micorriza arbuscolare** (Tav. 2) è di gran lunga la più diffusa, coinvolgendo circa il 74% di tutte le specie vegetali, ed è caratterizzata dalla formazione di **arbuscoli**, strutture altamente ramificate che massimizzano la superficie di scambio tra i due simionti.

la **micorriza orchidioide** (Tav.3) interessa circa il 9% delle specie vegetali ed è tipica delle *Orchidaceae*, nelle quali il fungo svolge un ruolo essenziale soprattutto nelle fasi iniziali dello sviluppo.

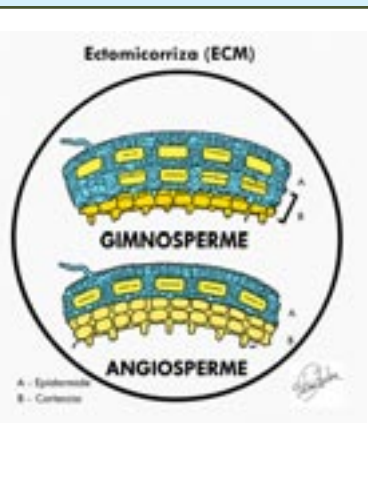
la **micorriza ericoide** (Tav. 4), infine, riguarda una percentuale più ridotta di specie, pari a circa l'1%, ed è associata principalmente alle piante della famiglia delle *Ericaceae*.

Le **ectomicorricze** interessano circa il 2-3% delle piante: sono caratterizzate da una colonizzazione extracellulare della radice. In questo caso il fungo forma un **mantello** miceliare che avvolge esternamente l'apice radicale e sviluppa, poi, una **rete di Hartig**, responsabile degli scambi nutrizionali tra i simionti (Tav. 5).

Tavola 5 Ectomicorricza (ECM)

La proliferazione delle ife attorno alla punta delle radichette laterali produce un tessuto che prende il nome di "mantello". Le ife si accrescono poi tra gli spazi extracellulari, creando il reticolo di Hartig (in blu). Sono rappresentate le sezioni trasversali schematiche di una radice di Gimnosperma e di Angiosperma che illustrano le differenze nell'estensione dell'interfaccia simbiotica ectomicorricica. In alto: radice di Gimnosperma. Le ife fungine penetrano più profondamente tra gli strati cellulari dell'epidermide e della corteccia esterna. In basso: radice di Angiosperma. Le ife fungine sono limitate agli spazi intercellulari dell'epidermide monostratificata.

Tavola di Andrea Cristiano
realizzata manualmente e colorata con IA: ChatGPT



Accanto a queste due forme principali, esistono inoltre tipologie di simbiosi intermedie, come le **ectoendomicorricze** delle *Pinaceae* e le **micorrize arbutoidi** delle *Ericales*.

Endomicorricze: micorriza arbuscolare (AM)

Nel contesto evolutivo della micorriza, la comparsa delle micorrize arbuscolari rappresenta un evento cruciale, collocato nel Devoniano inferiore, quando la vegetazione terrestre era dominata da piante di piccole dimensioni, prive di radici e foglie vere, dotate di semplici strutture assorbenti basate su rizoidi.

Le endosimbiosi micorriziche arbuscolari sono considerate le più antiche (si diversificarono entro il tardo Carbonifero (359 - 299 Ma) e hanno avuto un ruolo chiave nell'evoluzione delle piante terrestri.

Riguarda, per la maggior parte, piante erbacee di notevole importanza per le colture agricole e molte piante tropicali. Una pianta può formare micorrize arbuscolari con

più funghi, uno stesso fungo può essere associato simultaneamente a più piante. I funghi simbiotici responsabili sono microscopici e appartengono al phylum Glomeromiceti (es. *Glomus*): sono microrganismi cenocitici, cioè con ife non settate che contengono numerosi nuclei e sono biotrofi obbligati, cioè strettamente dipendenti dalla pianta per la loro sopravvivenza. Sono stati ritenuti fino a epoca recente organismi privi di riproduzione sessuata, ma studi ulteriori hanno mostrato stadi vitali omocariotici-dicariotici, come nei funghi sessuati, e analisi genomiche hanno rivelato geni associati alla riproduzione sessuale [Martin & van der Heijden, 2023].

La colonizzazione delle radici da parte dei funghi AM può derivare da tre principali fonti di inoculo nel suolo: spore, frammenti radicali già 'infetti' e ife. È stato dimostrato che le ife possono **percepire la radice a distanza** - grazie ai segnali chimici degli essudati radicali - e, di conseguenza, crescere direzionalmente verso di essa [Smith & Read, 2008].

Durante la simbiosi micorrizica arbuscolare (AM), il fungo colonizza le radici delle piante sviluppandosi sia a livello intercellulare che intracellulare. In seguito al contatto e all'adesione delle ife alla superficie radicale, dopo circa 2-3 giorni, si forma una struttura rigonfia specializzata, denominata **appressorio** (hyphopodium), dalla quale ha origine la penetrazione del fungo negli spazi intercellulari e successivamente all'interno delle cellule radicali. Qui l'apice dell'ifa fungina, dopo aver superato la parete cellulare vegetale, si divide dicotomicamente, nello spazio fra parete e membrana plasmatica vegetale, dando origine a strutture altamente ramificate note come **arbuscoli** [Bonfante & Genre, 2010].

Contestualmente, la membrana plasmatica della cellula corticale subisce un marcato aumento della superficie per adattarsi allo sviluppo dell'arbuscolo: essa si invagina e avvolge completamente la struttura fungina, formando la cosiddetta **membrana periarbuscolare**. Tale compartimento rappresenta il principale sito di scambio bidirezionale di carbonio e nutrienti tra la pianta ospite e il fungo simbionte (vedi Tav. 2).

È importante sottolineare che le ife fungine non entrano mai in contatto diretto con il citoplasma della cellula vegetale, poiché la membrana plasmatica non viene mai attraversata. Questo assetto strutturale consente il mantenimento della natura mutualistica della simbiosi, evitando l'instaurarsi di un rapporto di tipo patogeno. In sintesi, il fungo colonizza sia gli spazi intercellulari tra le cellule corticali, sia lo spazio intracellulare compreso tra la membrana periarbuscolare e la parete cellulare, sede di sviluppo dell'arbuscolo. Tale modalità di colonizzazione è definita **invasione apoplastica**.

Parallelamente alla colonizzazione intraradicale, il fungo sviluppa un'estesa rete di **ife extraradicali** che si espande oltre il sistema radicale della pianta, consentendo l'esplorazione di un volume di suolo significativamente maggiore e migliorando l'acquisizione dei nutrienti minerali, in particolare quelli a bassa mobilità [Smith & Read, 2008].

Gli arbuscoli sono strutture transitorie, attive solo per pochi giorni, dopo i quali collassano e vengono degradati e riassorbiti dalla cellula vegetale che, di seguito, ritorna ad uno stato presimbiotico e può essere nuovamente colonizzata.

L'intero ciclo vitale dell'arbuscolo è stimato tra i 7 e i 10 giorni, anche se questo valore può variare a seconda dei simbionti coinvolti [Pumplin & Harrison, 2009]. La colonizzazione micorrizica è, dunque, un processo asincrono: un sistema radicale maturo e colonizzato ospita cellule micorrizzate in tutte le fasi di sviluppo.

Endomicorrize: micorriza orchidoide (ORM)

Rappresenta il secondo tipo più diffuso, coinvolge le piante appartenenti alla famiglia *Orchidaceae*. Le orchidee formano simbiosi obbligate con funghi micorrizici dei generi *Rhizoctonia* e *Tulasnella*, (phylum Basidiomiceti) per la germinazione dei loro semi. Questi sono molto piccoli e privi di riserve nutritive, e dipendono completamente dal fungo per l'acqua, il carbonio organico e i nutrienti [Rasmussen, 2002; Freitas et al., 2020]. La simbiosi è quindi obbligatoria per le orchidee e si configura come un rapporto parassitario dell'orchidea sul fungo (micoeterotrofismo iniziale). Questo tipo di relazione può anche continuare durante tutto lo sviluppo della pianta (micoeterotrofismo completo) e caratterizza le specie di orchidee prive di clorofilla, che dipendono completamente dal fungo per l'apporto di carbonio organico. Di fatto, molte orchidee combinano in vario grado i processi fotosintetici e il micoeterotrofismo (micoeterotrofismo parziale).

Nella ORM, le ife penetrano le cellule epidermiche del pelo radicale e raggiungono il parenchima, dove formano grandi spire ifali, chiamate "pelotons", all'interno dell'interfaccia simbiotica [Ordan, 2024].

Endomicorrize: micorriza ericoide (ERM)

È il tipo di simbiosi endomicorrizica meno frequente. Si sviluppa principalmente nelle piante della famiglia *Ericaceae*, come *Calluna* ed *Erica*, tipiche delle brughiere e dei suoli acidi e poveri di nutrienti dell'Emisfero Nord. Le ife penetrano la spessa parete cellulare epidermica presente su un pelo radicale e successivamente fitti gomitolari si formano all'interno delle cellule epidermiche colonizzandole, ma rimanendo sempre separate dall'ambiente citoplasmatico, grazie alla membrana perifungina.

Le micorrize ericoidi sono un adattamento fondamentale delle *Ericaceae* per la loro sopravvivenza in suoli freddi, acidi e poveri di nutrienti. Grazie a questa simbiosi con funghi specializzati come *Hymenoscyphus* e *Tomentella*, queste piante riescono ad accedere a risorse vitali come fosforo e azoto, fondamentali per la loro crescita. Allo stesso tempo, la pianta fornisce zuccheri e altre sostanze al fungo, creando un equilibrio simbiotico vantaggioso per entrambi. I funghi simbionti appartengono ai phyla Ascomyceti e Basidiomiceti.

Ectomicorrize (ECM)

La simbiosi ectomicorrizica (ECM) coinvolge funghi che appartengono prevalentemente ai Basidiomiceti (252 generi, tra cui *Amanita*, *Boletus*, *Rubroboletus*, *Leccinum*, *Russula*, *Lactarius*, *Cortinarius*, *Suillus*, *Tricholoma* e *Hebeloma*), e in minor misura agli Ascomyceti (84 generi, ad es. *Tuber*, *Elaphomyces* e *Cenococcum*) e ai Mucoromiceti-Endogonales [van der Heijden et al., 2015]. Si stima che oltre 10.000 specie fungine formino ectomicorrize con le piante ospiti, appartenenti principalmente alle famiglie *Pinaceae*, *Fagaceae*, *Rosaceae* e *Dipterocar-*

paceae. I funghi ECM instaurano associazioni ectomicorriziche con specie arboree distribuite nei biomi temperati, boreali e tropicali [Genre et al., 2020]. Per i generi, tra le **conifere** rientrano: *Pinus* (pino), *Picea* (abete rosso), *Abies* (abete bianco), *Larix* (larice), *Cedrus* (cedro), *Pseudotsuga* (abete di Douglas) e *Tsuga*. Tra le **angiosperme** sono inclusi *Quercus* (querce, lecci, roveri), *Fagus* (faggio), *Betula* (betulla), *Castanea* (castagno), *Corylus* (nocciolo), *Carpinus* (carpino), *Alnus* (ontano), *Tilia* (tiglio), *Ulmus* (olmo), *Acer* (aceri) ed *Eucalyptus*. Le **Salicaceae** e alcune **Rosaceae**, così come il genere *Alnus* (*Betulaceae*), possono formare sia ectomicorrize (ECM) sia micorrize arbuscolari (AM). Inoltre, i funghi ECM possono essere presenti nelle aree tropicali, dove alcune famiglie arboree, come le **Dipterocarpaceae**, risultano associate a funghi ectomicorrizici.

La descrizione della biodiversità dei funghi ectomicorrizici (ECM) è fondamentale per analizzarne la struttura funzionale negli ecosistemi forestali. I metodi tradizionali, basati sul conteggio e sull'identificazione morfologica degli sporofori, sono limitati perché molte specie ECM non fruttificano o producono strutture poco evidenti. Anche l'analisi morfologica degli apici radicali micorrizici raramente consente un'identificazione a livello di specie. Per questo motivo, da circa vent'anni si utilizzano ampiamente tecniche molecolari basate sulla PCR, in particolare l'analisi della regione ITS del DNA ribosomiale. Il sequenziamento del DNA estratto da singole punte micorriziche e il confronto con banche dati hanno permesso di individuare numerosi funghi ECM abbondanti e precedentemente sottostimati [Courty et al., 2010].

Strutturalmente, l'associazione ECM è definita dalla formazione di una fitta guaina fungina, o **mantello**, che circonda la punta della radice, da cui un esteso micelio extraradicale esplora il terreno. Internamente, le ife fungine occupano gli spazi intercellulari (apoplasto) delle cellule radicali per formare una rete altamente ramificata, la **rete di Hartig**, interfaccia primaria per l'interazione simbiotica e lo scambio di risorse.

La simbiosi ECM è emersa 150–200 milioni di anni fa attraverso convergenza evolutiva indipendente in molte linee fungine. Specie di *Pinaceae* del tardo Giurassico e del primo Cretaceo (~180 Ma) formarono le prime associazioni ectomicorriziche con *Dikarya* (Ascomiceti e Basidiomiceti). Vari lignaggi di Ascomiceti e Basidiomiceti hanno subito in modo indipendente una transizione da decompositori a simbionti, per perdita di numerosi enzimi che degradano la parete cellulare vegetale e per espansione delle famiglie di geni correlate alla simbiosi [Courty et al., 2010]. Esiste una significativa variabilità ecologica, strutturale e molecolare tra i diversi lignaggi fungini e le loro piante ospiti, che riguardano sia la tipologia dei segnali scambiati dai partner nell'instaurazione della simbiosi che l'architettura e la penetrazione della rete di Hartig, la cui morfologia differisce notevolmente tra le Angiosperme e le Gimnosperme: nelle radici delle Gimnosperme le ife fungine penetrano profondamente tra più strati cellulari dell'epidermide e della corteccia esterna creando una più ampia superficie di contatto per l'interazione tra i simbionti; nella radice delle Angiosperme le ife fungine sono confinate agli spazi intercellulari dell'epidermide monostratificata (vedi Tav. 5) [Ramírez-Mendoza et al., 2026; Tedersoo & Smith, 2009].

Studi recenti hanno mostrato che i funghi ectomicorrizici non dipendono esclu-

sivamente dal carbonio fornito dalle piante, ma possono ottenerne una parte significativa dalla sostanza organica del suolo. Sebbene i funghi ECM abbiano, in generale, un apparato enzimatico meno sviluppato rispetto ai decompositori puri, molti di essi possono degradare composti organici complessi, soprattutto in condizioni in cui il carbonio fornito dalla pianta è limitato. Questa capacità varia ampiamente tra le specie ed è legata alla loro origine evolutiva da funghi saprotrofi. Studi condotti in campo con isotopi del carbonio e dell'azoto aiutano a distinguere tra funghi saprotrofi e funghi ectomicorrizici. I risultati suggeriscono che non esiste una divisione netta tra queste due strategie, ma piuttosto una gamma continua di comportamenti: alcuni funghi dipendono quasi esclusivamente dal carbonio fornito dalla pianta ospite, mentre altri ottengono una parte significativa delle loro risorse dalla decomposizione del suolo. L'equilibrio tra queste due modalità è influenzato da fattori ambientali, stagionali e dalla qualità della lettiera. Evidenze recenti indicano che, in condizioni di carenza di carbonio dell'ospite (ad esempio in primavera nelle latifoglie decidue), alcuni funghi ECM possono aumentare temporaneamente le attività enzimatiche di degradazione della sostanza organica del suolo, adottando un comportamento parzialmente saprotrofico per ottenere carboidrati disponibili [Courty et al., 2010].

Endectomicorrize e Micorrize arbutoidi.

Esiste poi un'altra categoria, quella delle **ectoendomicorrize** delle *Pinacee* e delle **micorrize arbutoidi** delle *Ericales* che mostrano molte caratteristiche comuni alle ECM: si forma una copertura fungina esterna (mantello) tipica delle ectomicorrize, ma il fungo entra anche nelle cellule vegetali, come nell'endomicorriza). Tali forme ibride evidenziano la grande plasticità evolutiva delle simbiosi micorriziche e la continuità funzionale che esiste tra le diverse strategie di interazione tra piante e funghi. Le ectoendomicorrize si instaurano esclusivamente nei generi *Pinus* e *Larix*. I funghi coinvolti sono stati riconosciuti come simbionti micorrizici grazie allo sviluppo delle tecniche di biologia molecolare. La maggior parte delle associazioni è attribuibile a due specie del genere *Wilcoxina* (Ascomiceti): *W. mikolae* e *W. rehmi*, [Pierotti, 2018]. Altre specie di Ascomiceti, quali *Sphaerospora brunnea*, *Phialophora finlandia* e *Chloridium paucisporum*, sono state occasionalmente segnalate come capaci di formare associazioni ectoendomicorriziche, soprattutto in condizioni sperimentali o di coltura. Le ectoendomicorrize del pino sono frequenti nelle aree colpite dagli incendi [Peterson, 2012]. Dal punto di vista strutturale, nelle ectoendomicorrize delle *Pinacee* le ife del reticolo di Hartig penetrano all'interno delle cellule del rizoderma e nel parenchima della corteccia. Nonostante la loro ampia diffusione, l'importanza ecologica di questa associazione micorrizica non è stata ancora studiata in dettaglio. Le micorrize arbutoidi si instaurano in alcune *Ericaceae*, in particolare nei generi *Arbutus* e *Arctostaphylos*. Nelle micorrize arbutoidi la formazione di strutture intracellulari è limitata alle cellule del rizoderma [Pierotti, 2018]. La micorriza arbutoidi si differenzia per il coinvolgimento di funghi appartenenti in larga parte al phylum dei Basidiomiceti, generalmente noti come simbionti ectomicorrizici degli alberi.

Scambio di segnali nelle simbiosi: un dialogo tra piante e funghi e la negoziazione che crea alleanze nel suolo

È fondamentale sottolineare che le relazioni micorriziche non costituiscono semplici e passive vie di trasferimento dei nutrienti, bensì sistemi altamente complessi in cui cooperazione e competizione coesistono e sono regolate da un sofisticato processo di comunicazione e negoziazione tra i partner [Bacelli et al., 2021; Bonfante & Genre 2010; Martin et al., 2017].

Nel corso della loro lunga storia coevolutiva, piante e funghi hanno progressivamente affinato meccanismi di riconoscimento reciproco e di sviluppo coordinato, che garantiscono il successo della simbiosi. Questo processo si basa su uno scambio altamente specializzato di segnali chimici, un vero e proprio “linguaggio molecolare” che si è evoluto nel corso di milioni di anni. Tale dialogo consente alla pianta di riconoscere il fungo come un alleato e non come un patogeno, mantenendo un delicato equilibrio tra cooperazione e difesa. La coevoluzione ha perfezionato la capacità dei due organismi di percepire, interpretare e rispondere in modo appropriato ai rispettivi segnali molecolari [Boyno & Demir, 2022], portando alla progressiva specializzazione delle molecole coinvolte e all'emergere di forme di simbiosi più o meno specifiche.

Affinché questa alleanza possa instaurarsi e mantenersi, la pianta deve modulare il proprio sistema immunitario, evitando di attivare risposte difensive nei confronti del fungo simbiote. Parallelamente, essa deve riorganizzare profondamente l'architettura cellulare per consentire la formazione delle strutture di interfaccia necessarie allo scambio di nutrienti, cioè le membrane specializzate attraverso cui avviene il traffico bidirezionale di nutrienti minerali e carboidrati complessi.

Negli ultimi anni, l'impiego di tecniche avanzate di analisi molecolare e di microscopia confocale ha permesso di identificare, almeno in parte, i segnali molecolari e i trasportatori coinvolti nella simbiosi micorrizica.

Senza entrare nel dettaglio dei singoli composti o delle specifiche reazioni biochimiche, è importante evidenziare come la relazione simbiotica coinvolga due organismi distinti che superano le normali barriere di difesa e competizione, fino a consentire l'invasione **controllata** dei tessuti vegetali da parte del fungo, con il consenso dell'ospite.

Questo aspetto risulta sorprendente se si considera che, al di fuori di questo contesto simbiotico, le piante dispongono di un sistema immunitario altamente efficiente, in grado di riconoscere e contrastare organismi potenzialmente dannosi, inclusi funghi non simbiotici, nonché piante competitori. In condizioni di pericolo, tali meccanismi difensivi vengono prontamente attivati, portando al rafforzamento delle pareti cellulari, alla produzione di metaboliti antimicrobici e all'attivazione di specifici geni di difesa.

La ricerca attuale è orientata a chiarire i meccanismi che regolano le interazioni tra la pianta ospite e i suoi simbiotici, funghi o batterici, e a comprendere come le piante riescano a favorire associazioni mutualistiche, limitando al contempo quelle patogene. È ormai evidente che l'equilibrio tra costi e benefici della simbiosi possa variare in funzione delle condizioni ambientali, delle specie coinvolte e del tempo, configurando un continuum che va dal mutualismo al

parassitismo. In casi estremi, la relazione può evolvere verso lo sfruttamento della pianta da parte del fungo o, viceversa, del fungo da parte della pianta, come avviene nella micoeterotrofia tipica delle *Orchidaceae*. L'esito dell'interazione dipende da una complessa negoziazione molecolare tra i partner.

Come si instaura la micorriza

L'instaurarsi della micorriza è preceduto da una fase di negoziazione, durante la quale pianta e fungo segnalano reciprocamente la propria presenza e la disponibilità alla cooperazione. Questa comunicazione, basata su una sequenza ordinata di segnali di domanda e risposta, è stata ampiamente studiata nelle micorrize arbuscolari ed è nota come **Via di Segnalazione Simbiotica Comune** (*Common Symbiosis Signaling Pathway*, CSSP).

Studi recenti hanno dimostrato che il modulo centrale della CSSP è molto antico, è stato altamente conservato nel corso dell'evoluzione ed è condiviso da tutte le piante capaci di stabilire endosimbiosi, sia con funghi micorrizici arbuscolari che con batteri azotofissatori [Martin et al., 2017]. Questa conservazione tra specie vegetali filogeneticamente distanti testimonia l'origine evolutiva comune di questa antica via di segnalazione simbiotica. La coevoluzione ha successivamente affinato e specializzato le molecole coinvolte, dando origine a forme di simbiosi più o meno specifiche.

Fase presimbiotica: l'incontro

La fase presimbiotica ha inizio nel suolo, dove la pianta rilascia **strigolattoni**, molecole che stimolano la germinazione delle spore fungine e favoriscono la crescita e la ramificazione del micelio. In risposta, il fungo produce segnali noti come **Myc factors**, molecole contenenti chitina che preparano la pianta a una "infezione controllata".

Questi segnali vengono percepiti da specifici recettori presenti sulla membrana delle cellule vegetali, attivando la CSSP. L'attivazione di questa via determina un aumento transitorio della concentrazione dello ione calcio (Ca^{2+}) intracellulare, seguito da una cascata di reazioni enzimatiche che trasmettono il segnale al nucleo. Qui vengono modulati specifici programmi di espressione genica, necessari alla formazione delle strutture simbiotiche e allo scambio di nutrienti. Contestualmente, la pianta riduce selettivamente le proprie difese, diminuendo la produzione di composti come fenoli e lignina e creando un ambiente favorevole alla simbiosi.

In sintesi, questi segnali consentono:

- la regolazione delle risposte immunitarie della pianta, permettendo il riconoscimento del fungo come simbionte;

- la penetrazione intercellulare apoplastica del fungo;

- la formazione delle membrane di interfaccia necessarie allo scambio di nutrienti, senza compromettere l'integrità della cellula ospite.

Fase del contatto e del rimodellamento reciproco

Il contatto morfologico tra i due partner si stabilisce con la formazione dell'appressorio (hyphopodium) e successivamente degli arbuscoli, sempre confinati nello spazio apoplastico.

Durante questa fase, la pianta regola la colonizzazione attraverso una com-

plessa rete di fitormoni (come jasmonato, etilene, auxine e gibberelline) che operano in equilibrio dinamico, favorendo o limitando lo sviluppo del fungo, affinché il bilancio tra la produzione e la cessione dei carboidrati fotosintetici rimanga compatibile con le esigenze di crescita dell'ospite. Dal canto loro, i funghi simbiotici rilasciano piccole proteine effettrici che contribuiscono a limitare la risposta immunitaria della pianta, e a stabilizzare la simbiosi.

Modalità di segnalazione nell'ectomicorridza

Analogamente all'endomicorridza, anche l'ectomicorridza si instaura attraverso fasi di riconoscimento e attacco controllato, sebbene molti dettagli molecolari non siano ancora completamente chiariti. Le radici rilasciano negli essudati radicali zuccheri, acidi organici, aminoacidi, flavonoidi e ormoni che stimolano la germinazione delle spore, il chemotropismo e l'adesione del fungo.

Il fungo, in risposta, produce lipo-chito-oligosaccaridi (LCO), proteine ed enzimi come idrolasi e adesine.

Il contatto iniziale induce una risposta difensiva transitoria dell'ospite, che deve essere rapidamente attenuata per consentire la colonizzazione: i funghi ECM adottano strategie di mascheramento molecolare, evitando l'esposizione di molecole come chitina e β -glucani, che la pianta riconoscerebbe come segnali di pericolo. Un ulteriore passaggio cruciale per il successo della colonizzazione è la capacità del fungo di modulare il sistema immunitario della pianta attraverso la secrezione di piccole proteine specificamente prodotte: queste molecole interferiscono con gli ormoni difensivi della pianta, creando una condizione di resistenza localizzata compatibile con la simbiosi, definita "resistenza indotta dalla micorrizza" [Ramírez-Mendoza et al., 2026].

Parallelamente alla modulazione immunitaria, il fungo attua profonde modificazioni strutturali che facilitano l'adesione alle radici e la penetrazione negli spazi extracellulari. La penetrazione intercellulare e la formazione della rete di Hartig richiedono l'intervento di molecole (idrofobine, espansine ed enzimi) che allentano la parete cellulare della pianta senza degradarla. Questi processi si accompagnano ad una massiccia riprogrammazione dello sviluppo della pianta in coordinamento con la crescita fungina.

Nel caso delle ectomicorridze (ECM), il processo di colonizzazione coinvolge principalmente i meristemi radicali, che inizialmente danno origine a un caratteristico schema di ramificazione dicotomica ricorsiva. L'attività meristemica tende poi a cessare quando l'apice radicale viene completamente avvolto dal mantello fungino. È stato ipotizzato che tali modificazioni dello sviluppo radicale siano legate ad alterazioni della segnalazione dell'auxina indotte dal fungo ectomicorridzico colonizzante; tuttavia, un modello interpretativo unificato di questi meccanismi non è ancora stato definito [Genre et al., 2020].

In conclusione, anche la simbiosi ectomicorridzica è il risultato di una sequenza finemente orchestrata di segnali pre-colonizzazione, modulazione immunitaria localizzata e rimodellamento strutturale reciproco, che consente la cooperazione tra pianta e fungo mantenendo il controllo dell'integrità tissutale dell'ospite.

Aspetti ecologici e servizi ecosistemici della simbiosi micorrizica

L'interazione mutualistica tra i funghi del suolo e le radici delle piante svolge un ruolo centrale nel funzionamento, nella produttività e nella stabilità sia degli ambienti naturali sia dei sistemi agricoli. Attraverso questa associazione, le piante migliorano l'assorbimento dei nutrienti minerali, in particolare fosforo e azoto, mentre i funghi ottengono carbonio di origine fotosintetica sotto forma di carboidrati.

Oltre al contributo nutrizionale diretto, le micorrize influenzano in modo significativo la struttura e la funzionalità del suolo, la tolleranza delle piante agli stress biotici e abiotici e la composizione delle comunità microbiche della rizosfera. Per queste ragioni, i funghi micorrizici sono oggi riconosciuti come fornitori chiave di servizi ecosistemici, contribuendo alla resilienza, alla stabilità e alla sostenibilità degli ecosistemi terrestri [Giasson et al., 2008].

Ruolo delle micorrize nei cicli biogeochimici

I funghi micorrizici svolgono un ruolo rilevante nel mitigare gli effetti degli stress del suolo sulla crescita delle piante. Attraverso la simbiosi con l'apparato radicale, essi aumentano l'efficienza di assorbimento dei nutrienti, in particolare in condizioni di bassa fertilità o di alterazione chimica del suolo.

Una quota rilevante del carbonio fissato dalle piante mediante fotosintesi viene trasferita ai funghi micorrizici e successivamente redistribuita nel suolo sotto forma di biomassa fungina o di composti organici relativamente stabili, contribuendo ai processi di sequestrazione del carbonio. Questo carbonio non rimane tuttavia immagazzinato in modo permanente, ma partecipa a un ciclo dinamico: la biomassa fungina morta viene progressivamente decomposta dagli organismi detritivori e dai microrganismi saprotrofi, con conseguente rilascio di anidride carbonica attraverso i processi respiratori.

Il fosforo costituisce uno dei nutrienti più limitanti nei suoli, poiché è spesso presente in forme poco disponibili per le piante. L'ortofosfato, unica forma direttamente assorbibile, viene rapidamente esaurito nella rizosfera, determinando la formazione di zone di deplezione attorno alle radici. Inoltre, una parte consistente del fosforo del suolo è legata a complessi insolubili e difficilmente accessibili con ferro, alluminio o calcio. Nei sistemi agricoli intensivi, tale limitazione è stata tradizionalmente compensata mediante l'uso di fertilizzanti fosfatici, con costi economici ed effetti ambientali rilevanti. Al contrario, negli ecosistemi naturali e nei sistemi agricoli a basso input chimico, una quota significativa del fosforo viene acquisita grazie all'attività dei funghi micorrizici arbuscolari. Essi aumentano la disponibilità di fosforo attraverso l'estensione del micelio oltre la zona esplorata dalle radici e mediante la produzione di fosfatasi extracellulari in grado di mineralizzare le forme organiche del fosforo. La pianta non è un partner passivo nella simbiosi micorrizica, ma è in grado di modulare il livello di colonizzazione in funzione dei benefici nutrizionali ottenuti, in particolare della disponibilità di fosforo [Smith & Read, 2008; Olsson et al., 2010; Kobae, 2019].

Studi condotti su piante di rilevanza agronomica hanno dimostrato, ad esempio, che la colonizzazione delle radici di mais diminuisce con l'aumentare della di-

sponibilità di fosfato nel suolo [Xiaomin et al., 2021]. Analogamente, l'orzo è in grado di limitare ulteriori colonizzazioni da parte dei funghi AM una volta raggiunto un livello critico di crescita fungina.

Anche l'azoto rappresenta un nutriente essenziale e frequentemente limitante per la crescita delle piante. I funghi micorrizici partecipano alla sua acquisizione attraverso processi di degradazione extracellulare della sostanza organica del suolo, seguiti dall'assorbimento dei composti azotati e dalla loro trasformazione in amminoacidi, in particolare arginina. Questi composti vengono poi traslocati alle strutture intraradicali e resi disponibili alla pianta ospite, migliorando l'efficienza complessiva della nutrizione azotata [van der Heijden et al., 2015].

I funghi micorrizici arbuscolari svolgono inoltre un ruolo importante nella gestione delle risorse idriche. Essi aumentano la conducibilità idraulica delle radici, modificandone morfologia e fisiologia, e consentono un'esplorazione più estesa del volume di suolo. Di conseguenza, le piante micorrizzate mostrano una maggiore tolleranza alla siccità rispetto a quelle non micorrizzate.

Miglioramento della struttura e della fertilità del suolo

Le pratiche agricole convenzionali, come la lavorazione intensiva del suolo e l'impiego diffuso di fertilizzanti e fitofarmaci, determinano la frammentazione degli aggregati del suolo e la distruzione delle reti ifali dei funghi micorrizici arbuscolari. Sebbene tali pratiche abbiano contribuito ad aumentare la produttività agricola nel breve periodo, esse hanno progressivamente compromesso le interazioni biologiche tra piante e organismi del suolo, favorendone la degradazione e l'inquinamento ambientale [Nichols, 2008; Panwar et al., 2008].

In questo contesto, i microrganismi benefici del suolo, in particolare i funghi micorrizici arbuscolari e i batteri associati, rappresentano una risorsa fondamentale per il miglioramento della fertilità attraverso approcci ecologicamente sostenibili. Uno dei contributi più rilevanti dei funghi micorrizici riguarda la formazione e la stabilizzazione degli aggregati del suolo. Le ife fungine formano una rete tridimensionale che lega particelle minerali, sostanza organica e radici, migliorando la porosità, l'infiltrazione dell'acqua e la resistenza all'erosione. Gli aggregati, inoltre, proteggono la sostanza organica dalla rapida decomposizione microbica, favorendo lo stoccaggio del carbonio.

Un ruolo chiave in questo processo è svolto dalla glomalina, una glicoproteina prodotta dai funghi micorrizici arbuscolari e in larga parte associata alla parete ifale. La glomalina contribuisce alla stabilità degli aggregati rendendoli parzialmente idrofobici e più resistenti alla disaggregazione causata dalla pioggia, oltre a legare metalli potenzialmente tossici, riducendone la biodisponibilità. Insieme alle ife fungine, essa contribuisce alla creazione di un habitat stabile per batteri e altri microrganismi benefici.

Contributo dei funghi micorrizici al biocontrollo dei patogeni

I funghi micorrizici arbuscolari contribuiscono a ridurre l'incidenza e la severità delle malattie in numerose colture, mostrando un notevole potenziale per la gestione biologica delle fitopatologie. Dopo la colonizzazione delle radici, i fun-

ghi AM modificano la quantità e la composizione degli essudati radicali, favorendo lo sviluppo di comunità microbiche benefiche.

Nel complesso, la simbiosi micorrizica stimola la pianta a produrre composti di difesa, quali fenoli, fitoalessine, lignina ed enzimi, che contrastano la riproduzione dei nematodi e l'aggressività dei funghi patogeni. Questi cambiamenti aumentano la resistenza delle radici e rendono più difficile la diffusione dei patogeni, determinando una riduzione dell'incidenza delle malattie nelle piante micorrizzate [Akhtar & Siddiqui, 2008].

Ruolo dei funghi micorrizici nel fitorisanamento dei suoli contaminati

I funghi micorrizici arbuscolari contribuiscono ai processi di fitorisanamento attraverso diversi meccanismi, tra cui la riduzione della biodisponibilità dei metalli mediante immobilizzazione nel suolo, chelazione, compartimentazione nei tessuti fungini per effetto di proteine che legano i metalli (come le metallothioneine) e, infine, per adsorbimento alla glomalina. Migliorando lo stato nutrizionale della pianta, in particolare l'assorbimento del fosforo, essi riducono lo stress da metalli e aumentano la tolleranza della pianta ospite [Giasson et al., 2008].

Gli AMF funzionano attraverso strategie di fitoestrazione oppure di fitostabilizzazione. La fitoestrazione mira alla rimozione dei metalli dal suolo attraverso il loro accumulo nelle parti aeree delle piante, che vengono successivamente raccolte ed eliminate. Il ruolo dei funghi AM nella fitoestrazione è spesso limitato, poiché tendono a immobilizzare i metalli nelle radici e nel micelio.

La fitostabilizzazione, al contrario, punta a ridurre la mobilità e la biodisponibilità dei metalli nel suolo, attraverso una combinazione di meccanismi fisiologici, biochimici e molecolari, come chelazione, compartimentazione e adsorbimento biologico. In questo contesto, i funghi micorrizici arbuscolari risultano particolarmente efficaci, contribuendo alla stabilizzazione chimica e biologica dei contaminanti.

Dal punto di vista ecologico, la fitostabilizzazione rappresenta una strategia più realistica e sostenibile per il recupero di suoli fortemente contaminati.

Tuttavia, l'efficacia del fitorisanamento assistito da AMF dipende da numerosi fattori, tra cui il tipo e la concentrazione del metallo, la specie vegetale, il ceppo fungino e le condizioni ambientali.

Ruolo ecosistemico delle ectomicorrize

Gli alberi che instaurano ectomicorrize (ECM) costituiscono la vegetazione dominante di ampi biomi forestali terrestri e comprendono molte delle specie più rilevanti sia dal punto di vista ecologico che economico per il valore del loro legname. Una caratteristica distintiva delle comunità ECM è l'elevata diversità funzionale e tassonomica. Tale diversità ha effetti positivi sulla stabilità degli ecosistemi: poiché ogni albero può essere associato simultaneamente a numerosi funghi ectomicorrizici, le differenze fra le caratteristiche funzionali dei simbionti risultano cruciali per garantire flessibilità e resilienza delle foreste in condizioni ambientali variabili o stressanti [Tedersoo & Smith, 2009]. Numerose osservazioni sul campo indicano che anche i funghi ectomicorrizici contribuiscono a funzioni ecosistemiche chiave, quali il ciclo del carbonio e dei nutrienti, attraverso la loro mobilitazione dalla materia organica e inorganica del suolo.

Tuttavia, lo studio delle relazioni ectomicorriziche negli ecosistemi forestali risulta complesso e gran parte delle conoscenze sul loro funzionamento deriva ancora da esperimenti condotti in laboratorio o in vivaio.

Le ECM risultano particolarmente importanti nelle fasi iniziali di sviluppo delle piante, migliorando la crescita delle piantine e favorendo l'insediamento di specie pioniere in ambienti degradati o poveri di nutrienti. Grazie a queste caratteristiche, l'associazione ectomicorrizica è stata applicata con successo nei programmi di riforestazione, mediante l'inoculazione di funghi micorrizici nelle piantine allevate in vivaio. Tali pratiche favoriscono un più rapido attecchimento delle piante, aumentano la sopravvivenza in condizioni ambientali sfavorevoli e contribuiscono al ripristino funzionale degli ecosistemi forestali (Fig. 6).

Le ectomicorriche svolgono anche un ruolo nella protezione delle piante dagli stress biotici. Un esempio emblematico è rappresentato dalla malattia dell'avvizzimento del pino, dovuta al nematode *Bursaphelenchus xylophilus*, una delle più gravi patologie forestali a livello globale. Studi condotti su pini coltivati in ambienti montani hanno evidenziato che gli individui sopravvissuti all'infezione erano associati a comunità ectomicorriziche più sviluppate rispetto a quelli presenti nelle zone inferiori del pendio [Futai et al., 2008].

Reti micorriziche

Le **reti micorriziche sotterranee** rappresentano una componente fondamentale del funzionamento degli ecosistemi terrestri: sono costituite dai sistemi di ife fungine che si sviluppano da un singolo sistema di radici micorrizzate e si estendono nel suolo formando un micelio extraradicale altamente ramificato [Baccaglioni, 2023]. Un caso particolare è rappresentato dalle **reti micorriziche comuni** (Common Mycorrhizal Networks, CMN, comunemente conosciute come Wood Wide Web), che si formano quando uno o più funghi stabiliscono connessioni fisiche tra le radici di due o più piante, anche appartenenti a specie diverse. Numerosi studi sperimentali hanno suggerito che attraverso le CMN possano avvenire trasferimenti di carbonio, nutrienti minerali o segnali fisiologici tra piante interconnesse, ad esempio da individui adulti a giovani piantine [Simard et al., 1997]. Tuttavia, secondo Karst et al. (2023) i meccanismi alla base di questi trasferimenti sono complessi e difficili da distinguere da percorsi alternativi, come il trasferimento attraverso il suolo, il riciclo di radici morte, l'intermediazione microbica o le differenze nelle condizioni microambientali. Pur non essendo messa in discussione l'esistenza fisica delle **common mycorrhizal networks** (CMN), la presenza di una connessione miceliare non garantisce di per sé che tali reti siano onnipresenti nelle foreste, né che il trasferimento di risorse attraverso di esse comporti effetti sistematicamente positivi sulla crescita delle piante o un flusso preferenziale di risorse e segnali difensivi dagli alberi maturi verso la propria progenie. Secondo gli AA, le CMN non dovrebbero essere interpretate come sistemi intrinsecamente cooperativi o direzionalmente 'altruistici', ma piuttosto come **reti dinamiche**, in cui funghi e piante si comportano in funzione dell'ottimizzazione dei rispettivi bilanci energetici, senza "intenzionalità" mutualistica.

Questa interpretazione è coerente con il ruolo delle ectomicorriche come rego-

latori chiave dei flussi di nutrienti e della stabilità degli ecosistemi forestali, pur evitando semplificazioni eccessive del loro funzionamento ecologico.

Altri Autori riportano che le reti fungine micorriziche, pur essendo componenti fondamentali degli ecosistemi naturali, mostrano, alla luce degli studi svolti, effetti altamente variabili [van der Heijden & Horton, 2009].

Rimane pertanto una priorità comprendere, come, in condizioni naturali, le risorse siano effettivamente distribuite all'interno delle reti miceliari, in che misura le piante competano per l'accesso ai nutrienti distribuiti attraverso la rete e come costi e benefici della simbiosi dipendano dal contesto ecologico, dalle specie coinvolte e dalle condizioni ambientali.

Nuovi approcci integrati - che combinano tecniche di imaging avanzato, analisi molecolari e genomiche nonché misure dirette dei flussi metabolici - stanno aprendo la strada a una valutazione più realistica e quantitativa del funzionamento delle reti micorriziche negli ecosistemi naturali [van der Heijden & Horton, 2009; van der Heijden et al., 2015].

Conclusioni

La simbiosi micorrizica emerge come un elemento centrale nell'evoluzione e nel funzionamento degli ecosistemi terrestri. Dalla colonizzazione delle prime terre emerse fino agli ambienti attuali, le micorrize hanno contribuito in modo determinante all'adattamento delle piante, consentendo loro di superare limitazioni nutrizionali, idriche e ambientali.

L'interazione tra pianta e fungo non può essere interpretata come un semplice scambio di nutrienti, ma come un sistema dinamico e regolato, modellato da una lunga storia di coevoluzione e mantenuto solo finché risulta funzionalmente vantaggioso per l'ospite. La capacità delle piante di modulare attivamente il grado di colonizzazione ne evidenzia il carattere plastico e controllato.

Dal punto di vista ecologico, i funghi micorrizici svolgono un ruolo rilevante nei cicli biogeochimici del carbonio e dei nutrienti e contribuiscono al mantenimento della struttura e della fertilità del suolo. Queste funzioni spiegano l'importanza delle micorrize negli ecosistemi naturali, così come nei sistemi agricoli e forestali, dove influenzano la nutrizione delle piante e la loro capacità di tollerare condizioni ambientali sfavorevoli.

Le prospettive future della ricerca si concentrano soprattutto sul comprendere come queste simbiosi nascano, come funzionino e come vengano regolate negli ambienti naturali: in particolare sarà importante chiarire l'intricata rete di relazioni che determina quali funghi simbiotici sono presenti, come interagiscono tra loro e con le specie ospiti e in che modo contribuiscono al funzionamento complessivo degli ecosistemi.

Nuove tecniche stanno rendendo possibile questo approccio, ma la traduzione dei risultati in dati quantitativi sui flussi ecosistemici richiede complessi esperimenti di campo e modelli basati su grandi quantità di dati.

Integrare tali conoscenze nelle pratiche agricole, forestali e di recupero ambientale rappresenta una sfida scientifica e applicativa rilevante, con l'obiettivo di valorizzare processi biologici già operativi nei suoli e di promuovere sistemi produttivi più sostenibili nel lungo periodo.

Bibliografia

- Akhtar M.S. & Siddiqui Z.A.**, 2008: *Arbuscular mycorrhizal fungi as potential bioprotectants against plant pathogens*. In: Siddiqui Z.A., Akhtar M.S., Futai K. (eds), *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*, Springer, pp. 61–97.
- Baccaglini F.**, 2023: *Interazioni micorriziche, reti fungine e bias di citazioni positive*. Elaborato di laurea, Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Biologia.
- Bacelli I., Bertini L., Hickman R., Leon-Reyes A. & Proietti S.**, 2021: *Editorial: Novel Plant Molecules Regulating the Interaction With Pathogenic and Beneficial Fungi*. *Frontiers in Plant Science*, 12, art. 644546.
- Bonfante P. & Genre A.**, 2010: *Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis*. *Nature Communications*, 1, 48.
- Boyno G., Demir S.**, 2022: *Plant mycorrhiza communication and mycorrhizae in inter plant communication*. *Symbiosis*, 86, 155–168.
- Courty P. E., Buée M., Diedhiou A. G., Frey-Klett P., Le Tacon F., Rineau F., Turpault M.P., Uroz S. & Garbaye J.**, 2010: *The role of ectomycorrhizal communities in forest ecosystem processes: New perspectives and emerging concepts*. *Soil Biology & Biochemistry*, 42, 679–698.
- Freitas, E., da Silva M., da Cruz E., Mangaravite E., Bocayuva M., Veloso T.G.R., Selosse, M.A. & Kasuya M.C.M.**, 2020: *Diversity of mycorrhizal *Tulasnella* associated with epiphytic and rupicolous orchids from the Brazilian Atlantic Forest, including four new species*. *Scientific Reports*. 10:7069 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63885-w> 5
- Futai K., Taniguchi T. & Kataoka R.**, 2008: *Ectomycorrhizae and their importance in forest ecosystems*. In: Siddiqui Z.A., Akhtar M.S., Futai K. (eds), *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*, Springer, pp. 61–97.
- Genre A., Lanfranco L., Perotto S. & Bonfante P.**, 2020: *Unique and common traits in mycorrhizal symbioses*. *Nature Reviews Microbiology*, 18(11), 649–660.
- Giasson P., Karam A. & Jaouich A.**, 2008: *Arbuscular Mycorrhizae and Alleviation of Soil Stresses on Plant Growth*. In: Siddiqui Z.A., Akhtar M.S., Futai K. (eds), *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*, Springer, pp 99–134
- van der Heijden M.G.A. & Horton T.R.**, 2009: *Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems*. *Journal of Ecology*, 97, 1139–1150.
- van der Heijden M.G.A., Martin F., Selosse M.A. & Sanders I.R.**, 2015: *Mycorrhizal ecology and evolution: The past, the present, and the future*. *New Phytologist*, 205, 1406–1423.
- Karst J., Jones M.D. & Hoeksema J.D.**, 2023: *Positive citation bias and overinterpreted results lead to misinformation on common mycorrhizal networks in forests*. *Nature Ecology & Evolution*, 7(4), 623.
- Kobae Y.**, (2019) *Dynamic Phosphate Uptake in Arbuscular Mycorrhizal Roots Under Field Conditions*. *Front. Environ. Sci.* 6:159. doi: 10.3389/fenvs.2018.00159
- Martin F.M., Uroz S. & Barker D.G.**, 2017: *Ancestral alliances: Plant mutualistic symbioses with fungi and bacteria*. *Science*, 356(6340), eaad4501.
- Martin F.M. & van der Heijden M.G.A.**, 2023: *The mycorrhizal symbiosis: Research frontiers in genomics, ecology, and agricultural application*. *New Phytologist*, 242, 1486–1506.
- Nichols K.A.**, 2008: *Indirect contributions of AM fungi and soil aggregation to plant growth and protection*. In: Siddiqui Z.A., Akhtar M.S., Futai K. (eds), *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*.
- Olsson P.A., Rahm J. & Aliasgharzad N.**, 2010: *Carbon dynamics in mycorrhizal symbioses linked to carbon costs and phosphorus benefits*, *FEMS Microbiology Ecology*, Volume 72, Issue 1, April 2010, pp 125–131, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2009.00833.x>

- Ordan E.**, 2024: *Piante e funghi micorrizici: un'associazione comunicativa*. Tesi di laurea, Università di Padova.
- Panwar J., Yadav R.S., Yadav B.K. & Tarafdar J.C.**, 2008: *Arbuscular Mycorrhizae: A Dynamic Microsymbiont for Sustainable Agriculture*. In: Siddiqui Z.A., Akhtar M.S., Futai K. (eds), *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*, Springer, pp 159-176
- Peterson R.L.**, (2012). 11 *Ectendomycorrhizas: Occurrence, Structural Characteristics, and Possible Roles*. In: Hock, B. (eds) *Fungal Associations*. The Mycota, vol 9. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30826-0_11
- Pierotti A.**, 2018: *Il mico-eterotrofismo: quando le piante parassitano i funghi*. Micologia Toscana, 0, 141-150.
- Pumplin N. & Harrison M.J.**, 2009: *Live-cell imaging reveals periarbuscular membrane domains and organelle location in Medicago truncatula roots during arbuscular mycorrhizal symbiosis*. Plant Physiology, 151(2), 809-819.
- Ramírez-Mendoza R., Martínez-Reyes M., Wang Y., Zhou Y., Galvis-Spinola A., Almaraz-Suarez J.J., Yu F. & Perez-Moreno J.**, 2026: *Molecular crosstalk underlying pre-colonization signaling and recognition in ectomycorrhizal symbiosis*. Forests, 17(1), 134.
- Rasmussen H.N.**, 2002: *Recent developments in the study of orchid mycorrhiza*. Plant and Soil 244:149-163
- Simard S.W., Perry D.A., Jones M.D., Myrold D.D., Durall D.M. & Molina, R.**, 1997: *Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field*. Nature, 388, 579-582
- Smith S. E.**, Read, D., 2008: *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press.
- Tedersoo L. & Smith, M.E.**, 2009: *Lineages of ectomycorrhizal fungi revisited: Foraging strategies and novel lineages revealed by sequences from belowground* Mycorrhiza 20(4): 217-63.
- Xiaomin M., Xuelian L. & Uwe L.**, 2021: *Arbuscular mycorrhizal colonization outcompetes root hairs in maize under low phosphorus availability*, Annals of Botany, Volume 127, Issue 1, January 2021, 155-166, <https://doi.org/10.1093/aob/mcaa159>



Associazione Micologica Naturalistica
"Padre Bernardino" - Ucria (ME)

COMITATO SCIENTIFICO DI MICOLOGIA
MEDITERRANEA Ucria (ME)
4-8 novembre 2026

Per informazioni ed iscrizioni: Associazione Micologica Padre
Bernardino di Ucria (Gaetano Spagnolo) - 329/3582824

**COMITATO SCIENTIFICO DI
MICOLOGIA MEDITERRANEA
Ucria (ME), 4-8 novembre 2026**

Le attività si svolgeranno presso la sede dell'Associazione Micologica Padre Bernardino da Ucria, con sessioni di studio, analisi microscopiche, determinazioni e confronti, nonché lezioni e presentazioni specialistiche.

Le attività in campo avranno luogo in varie aree del Parco regionale dei Nebrodi, con escursioni nei diversi habitat boschivi, quali sughereta, cerreta, faggeta, lecceta, noccioli e il parco ecologico di Castell'Umberto.

Nell'ambito dei lavori del comitato, giorno 6 novembre 2026 è prevista una conferenza del micologo e divulgatore Nicolò Oppicelli.

Per informazioni ed iscrizioni: Associazione Micologica Padre Bernardino di Ucria (Gaetano Spagnolo), 329/3582824.



La valle dell'Alcantara. Il fiume e le sue Gurne: opere di natura

Enzo Crimi

Via A. Musco, 35 – 95036 Randazzo (CT)
vincenzocrimi@libero.it

Introduzione

L'elaborato che state per leggere tenterà di descrivere la storia di un “pezzo” ben delimitato di territorio siciliano dove scorre il fiume Alcantara incor-niciato dalla sua “Valle incantata”, così definita dai suoi conoscitori e grazie alla sua cornice storica legata a vicende umane reali che non raramente si fondono in tutt'uno con il mito, la fantasia e l'illusorio. Per rendere più agevole la redazione di questo contributo, mi aiuterò con la mia quarantennale esperienza nel settore ambientale, conoscenza e frequentazione dei luoghi e attraverso l'acquisizione di preziose informazioni che ci hanno tramandato studiosi e viaggiatori più o meno noti del passato. Assumerò, altresì, spunti e notizie dalla letteratura cosiddetta “sommersa” che individua alcuni testi antichi riportati da autori della storia culturale Siciliana e Greco-Latina classica e che certamente nel corso del tempo hanno avuto un ruolo non marginale nell'epopea storica, nella rappresentazione orale e scritta dei periodi e dei vari sistemi culturali e delle popolazioni che sono state tra i primi occupanti di queste nostre terre della valle del fiume Alcantara. Scriverò soprattutto questo testo avendo cura di analizzare e confrontare elementi documentali, dati e cartografie ufficiali che la non univoca letteratura di settore e il mondo accademico mi mettono a disposizione riguardo agli aspetti geomorfologici della valle del fiume Alcantara. Tenuto conto della tematica da trattare, per la redazione di questo scritto mi è sembrato logico tenere anche conto di alcuni aspetti riguardo al vulcanesimo etneo, riferibili all'Evoluzione Geologica del Monte Etna dell'INGV di Catania (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), alla Carta Geologica d'Italia (Monte Etna) dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) e altri. In breve, proverò a tracciare un'analisi verosimile riguardo all'intreccio “geologico” che si palesa nella storia più o meno indiscussa di questo ambiente territoriale d'altri tempi, ritenuto dagli scienziati punto di contatto e ponte di congiunzione tra i due mondi geologici che corrispondono al dominio vulcanico etneo e, più in generale, ai terreni sedimentari posti a settentrione, caratterizzati geologicamente da argille variegata e quarzareniti identificate in letteratura geologica con il nome di “Flysch Numidico”. Come avviene non raramente per dati e accadimenti arcaici non codificati con esattezza, certamente la ricerca del passato mi verrà ostica, tuttavia, appunto per questo, senza addentrarmi nei dettagli, lascerò sciogliere gli argomenti più pungenti o di grande tecnicità agli scienziati, limitandomi a sintetizzare, ed eventualmente supporre, le tesi già note e ben accreditate. Il linguaggio semplice e spontaneo utilizzato come metodo di scrittura è il prodotto

di una mia valutazione soggettiva che voglio esporre a fini divulgativi. Insomma, una scelta che tende a stimolare il lettore affinché possa interpretare al meglio il contenuto come un mio valido contributo personale alla piena valorizzazione di questo stupefacente ambiente dagli aspetti intrinsecamente variegati che corrispondono a quelli tipici di un sito dalle grandi qualità geologico-naturale e antropologico.

In questa sorta di itinerario

emozionale ho posto un focus particolare su un ampio tratto del fiume Alcantara, dunque mi soffermerò a descrivere la parte intermedia di questa valle alcanterina dove “Madre Natura”, attraverso l'ardente energia del vulcano arcaico Etna, ha voluto dimostrare la sua grande potenza. Come vedremo meglio più avanti, nel periodo preistorico energiche e virulente emissioni magmatiche si sono riversate abbondantemente in questo distretto del fiume Alcantara tanto da invaderlo, riempire il suo alveo e provocare una sostanziale trasformazione del territorio nord-orientale della Sicilia. Come sempre, la Natura è stata davvero fenomenale nella sua manifestazione eruttiva, cosicché con la sua distesa lavica, la sua acqua e mediante il moto di deflusso fluviale che si crea all'interno dell'alveo del fiume, ha dato forma nel corso dei millenni a vere e proprie “Opere di natura”. Sono piccole e grandi forre laviche e strapiombi, stretti e profondi canyon di roccia basaltica e anche specchi d'acqua, cascatelle e ingrottati lavici che danno forma a finestre paesaggistiche del tutto rare. In alcune di queste “Gurne” naturali, spesso preordinate dagli stessi bagnanti, non è difficile incontrare nel periodo estivo gli appassionati della balneazione fluviale i quali, per puro diletto o non potendo permettersi di raggiungere il mare, appartati e circondati dalla natura quasi selvaggia, si godono il caldo sole e si immergono nel fiume limpido a fare il bagno. Queste suggestive opere basaltiche plasmate nell'alveo di lava riflettono un grande ed affascinante impatto visivo e, malgrado la continua opera modellante dell'acqua che le modifica, resistono ancora agli scorrimenti idrici spesso turbolenti e alle cadenze cicliche dei tempi. Insomma, dopo millenni, le lave eruttate dal vulcano presenti all'interno del corso d'acqua sono in continua e naturale trasformazione evolutiva, tanto da evidenziarsi in differenti siti, in diverse conformazioni e tipologie strutturali. Tuttavia, sono suggestive opere ancora presenti e ben visibili, dislocate un po' ovunque lungo il fiume Alcantara che dalla sezione mediana si sviluppa sino alla sua foce. Nelle aree marginali fluviali che fanno da limite tra vulcaniti e terreni sedimentari, le colate magmatiche millenarie sono state ritoccate e levigate dalle acque, da altri elementi naturali e dal tempo. In



Veduta panoramica del vulcano Etna

Foto M. Micalizio



Etna, colata lavica agosto 2025

D. Mammo Zagarella

parte si sono ridotte a spuntoni rocciosi o isolati in blocchi di varie forme e dimensioni; spesso vengono ricoperte da depositi detritici di origini alluvionali attuali e meno recenti depositati dalle correnti fluviali e da sedimenti terrigeni del sistema sub-Peloritano. In definitiva, tutto questo appena descritto non è opera dell'uomo, perché solo un'unica grande generatrice poteva originare nel tempo un

ambiente fluviale geologicamente e paesaggisticamente mozzafiato: "Madre Natura". Solo Lei poteva modellare in modo naturale la nera roccia basaltica e darle forma e solo Lei, anche a distanza di millenni, riesce ancora a modificarla a suo piacimento; ed è forse per questa sua capacità "artistica" naturale che riesce a "colpire" la sensibilità dei visitatori che si recano in questi siti di piccola, media e monumentale architettura geologica.

Genesi: Etna, il Signore del Fuoco

La storia antica di queste terre della valle del fiume Alcantara incomincia con quella moderna e volendo esaminare ipoteticamente l'origine di questa si dovrà precedentemente conoscere la genesi di quell'altra. Appunto per questo, nella redazione del presente contributo e considerata l'esiguità di notizie formalizzate che abbiamo in materia riguardanti questo comprensorio, inizierò col provare a descrivere brevemente l'antica origine geo-formativa di questa valle del fiume Alcantara e il suo percorso storico e antropologico. Secondo gli scienziati che si occupano di geologia della terra, la storia esistenziale di questa parte orientale della nostra Sicilia inizia da molto lontano, ma non ha un tempo definito; gli eventi geologici che hanno iniziato a delineare le primordiali terre siciliane prendono avvio dai processi orogenetici di placca che hanno incominciato a tracciare il confine geologico nella nostra isola e più in generale tra Africa ed Europa, che è ben diverso da quello geografico che tutti conosciamo. Gli studiosi della materia, non di rado e con più voci spesso discordanti, avvertono che gli sviluppi formativi paleogeografici e geodinamici alla base della tettonica generale delle placche che interessarono la Sicilia arcaica non sono facilmente decifrabili e ancora non ben chiari sono tutti i meccanismi. Tuttavia, leggendo i testi di settore più affidabili, sembra che la genesi inizi a configurarsi a partire dal Miocene inferiore (tra i 20 e i 15 milioni di anni dal presente) per concludersi nel Pliocene (tra gli 8 e i 5 milioni di anni dal presente), quando si apre nuovamente lo stretto di Gibilterra, che si era interrotto in seguito alla collisione continentale tra le arcaiche terre di Spagna e Africa. In quel periodo, stimulate dalla collisione tra le placche europea e africana, potenti dinamiche tettoniche e geologiche spostavano verso sud la primeva falda tettonica continentale

e i fondali dell'antico mare denominato Tetide e iniziava a prendere forma l'attuale assetto tettonico-strutturale della Sicilia orientale.

In questo settore geografico orientale siciliano il vulcano Etna è l'attore principale da circa 500.000 anni e precisamente da quando i primordiali fenomeni naturali effusivi sottomarini e i potenti eventi si-



Castiglione di Sicilia (CT) scorcio panoramico del centro abitato
Foto M. Micalizio

smici iniziavano a dare vita alla formazione e crescita della massa principale dell'edificio vulcanico. Nello stesso periodo inizia verosimilmente la formazione della valle del fiume Alcantara. Infatti, dopo un processo alquanto laborioso e millenario, lentamente le lave prodotte dalle imponenti eruzioni si sovrapponevano e, accumulandosi, generavano immense piattaforme di magma che provocavano il sollevamento di tutta una vasta area dove prima di questi fenomeni esisteva un grande golfo, oggi scomparso e ricoperto dal millenario magma sottomarino. Poi le lave diventarono il prodotto delle tantissime attività eruttive di tipo subaereo, che si sono succedute nel corso di lunghissimi millenni di vita del vulcano in perenne attività, enormi versamenti lavici e attività esplosive che, per come sostengono gli scienziati, hanno via via creato e modellato l'orografia di questa immensa regione orientale della Sicilia. Dunque, un territorio in costante moto e mutamento a causa delle continue emissioni di materiali vulcanici e movimenti tellurici, che in varie fasi hanno iniziato a plasmare il grande vulcano Etna. Una volta scomparso il golfo marino colmato dal magma, tra i 350.000 e 200.000 anni fa, la piattaforma lavica era ancora alimentata da poderosi flussi lavici subaerei, i quali, in più tempi e a più riprese, si allargavano a 360 gradi sino a penetrare ed invadere i terreni sedimentari. Man mano che il vulcano emetteva magma, il processo di accumulo, crescita e allargamento del suo spazio originale ad opera delle lave si accresceva in altezza e in larghezza. Poi, quando le colonne eruttive perdettero la spinta dei gas e i flussi lavici si stabilizzarono, la natura continuò il suo corso. Dunque, tra l'antico golfo oramai sostituito dal vasto plateau lavico che lentamente si innalzava e il sistema montuoso rappresentato dall'antico Appennino montuoso nebroideo (ex Catena sicula o Maghrebide) e dall'estrema propaggine ovest dei monti Peloritani (ex catena dell'Arco Calabro-Peloritano), prendevano forma due insolite paleovalli fluviali: a nord la valle dell'odierno fiume Alcantara e a sud-ovest la valle del fiume Simeto. All'inizio era ancora un ambiente sterile e plasmato dalle lave, le quali, via via che si elevavano, completavano le architetture vallive. Il terreno lentamente si copriva di un'imponente e articolata rete idrica che procacciava l'acqua dall'ambiente di superficie o sotterraneo proveniente dalle piogge e scioglimento delle precipitazioni nevose depositate sul vulcano che andava formandosi e sulla dorsale montuosa a nord della valle. Le acque fluivano verso il basso e spesso si convogliavano in ruscelli e torrenti

che si univano ad altri affluenti e scorrevano attraverso orografie e paesaggi diversi. I flussi idrici, guidati dalla forza di gravità e dall'aumento della loro portata, davano vita e corso ai primordiali fiumi Simeto ad ovest e Alcantara a nord, forse all'origine formato da due corsi d'acqua sub-paralleli, che confluivano nella parte mediana del fiume, nell'odierno territorio di Castiglione di Sicilia.

In definitiva, come sostiene la cultura letteraria scientifica e generalizzata di settore, durante la fase eruttiva di tipo subaereo e l'innalzamento e crescita lenta ma persistente del massiccio vulcanico, si erano create via via le magnifiche e primeve valli che, durante i millenni a seguire, si rivestivano di lussureggiante vegetazione e di preziosa biodiversità. In seguito, secondo i vulcanologi, a partire dagli ultimi 60.000 anni e fino a circa 15.000 anni fa, o forse dopo, seguitavano a più riprese altre imponenti e violentissime attività esplosive che hanno dato luogo ad immense colate piroclastiche eruttate dal primordiale strato-vulcano denominato "Ellittico", che condizionarono gli assetti e l'evoluzione geologica e geomorfologica della valle mediana del fiume Alcantara, della quale sto per riferire. La teoria oramai datata che le colate laviche che invasero la parte mediana del fiume Alcantara provengano dal Monte Moio è oggi superata da importanti studi scientifici di settore, i quali hanno escluso tale ipotesi ed hanno confermato almeno tre eventi eruttivi provenienti da alcuni centri di emissione apertisi sul fianco settentrionale dell'Etna. Questi flussi lavici sgorgavano attraverso il condotto sommitale centrale e i numerosi centri di emissione lavica che si formavano a più riprese lungo i fianchi laterali del vulcano, il quale dunque si espandeva fisicamente, persistendo nel suo straordinario percorso di formazione completa ed ancora oggi in itinere. Secondo importanti e accreditati studi del mondo accademico pubblicati nel 2019 su "Journal of Volcanology and Geothermal Research" [Branca et al, 2019], verosimilmente tra 13.900 e 9.700 anni fa, nonostante le prime straordinarie manifestazioni eruttive dell'Ellittico, l'Etna si rimetteva in moto. Tutto successe durante la fase eruttiva del vulcano che gli scienziati definiscono "Mongibello" (da 15.000 anni fa ad oggi) quando i primordiali flussi magmatici provenienti dal basso versante nord etneo, invasero un'ampia porzione mediana del fondovalle conosciuto dagli studiosi come il grande Campo lavico dell'Alcantara. Le infuocate lave etnee seguendo la forza gravitazionale, si espansero per tutta la valle compresa l'intera piana orientale di Mojo Alcantara e formarono una sorta di immenso plateau lavico sterile, caratterizzato da un ambiente per certi versi seducente, ma certamente desolato, pieno di tristezza e vuoto di vita. La lava, cosiddetta dell'Alcantara, dopo essersi sovrapposta alle distese magmatiche emesse dal precedente e primordiale vulcano "Ellittico", si riversò all'interno del millenario alveo dell'antico fiume Alcantara scalandone le acque. Dopo aver colmato il corso d'acqua e sostituendosi ad esso nel suo percorso, seguendo le pendenze del terreno, le fluide lave canalizzate nell'alveo velocemente si spinsero per circa 24 Km in lunghezza, sino alla foce dell'antico fiume Alcantara nella magica baia di Naxos e terminavano la loro spaventosa corsa nel mar Ionio, con un fronte lavico che degradò all'interno del mare per circa 4 km dal fronte costa. Questo monumentale evento lasciò un'impronta duratura e forse definitiva nella storia e nella cultura di questa parte di

territorio, tanto che al presente sono ben visibili i segni lasciati dalle colate basaltiche in particolare lungo le sponde e le aree contigue al fiume. Le fuoruscite laviche, come sopra detto, furono emesse verosimilmente in diversi tempi ma con le medesime modalità e potenza e mentre passano ancora diversi secoli o forse migliaia di anni dalle prime eruzioni che colmarono la parte mediana della paleovalle, l'ardente fuoco dell'Etna torna a più riprese con altre due imponenti colate laviche. I resoconti scientifici di settore riportano che questi ultimi flussi lavici sono fuoriusciti da aree boscate sul fianco inferiore nord del vulcano, individuate dai vulcanologi nella zona odierna di Monte Dolce (tra 9.100 e 7.200 anni fa) e Sollichiata (tra 7.300 e 7.200 anni fa). Queste lave, oltre a completare lo spostamento a nord dell'alveo fluviale, coprono le precedenti fessure di fuoriuscita che generarono il cosiddetto campo lavico dell'Alcantara, tanto da non poter essere più individuate ad occhio nudo.

Le Gurne del fiume Alcantara: Opere della Natura

A completamento delle fasi eruttive sopra descritte, in questa sezione fluviale del fiume Alcantara e precisamente in territorio dei comuni di Mojo Alcantara, Castiglione di Sicilia, Francavilla di Sicilia e Motta Camastra sino alla foce in territorio di Calatabiano e Giardini Naxos in provincia di Messina, i poderosi e massicci flussi lavici preistorici hanno invaso e preso il posto del fiume Alcantara che, nel corso dei millenni e sino ai giorni nostri, non ha ancora riconquistato interamente e definitivamente lo spazio sottrattogli dal nero magma. Dopo aver subito l'invasione delle lave, seguendo un tracciato di fratture superficiali più fragili ed intaccabili dall'erosione delle acque, il fiume riprendeva a scorrere sui basalti lavici all'inizio ancora ardenti; successivamente, via via, a contatto con l'acqua nel loro lungo processo di



Gurna o Ullu della Pace – Fiume Alcantara in Castiglione di Sicilia Frazione Gravà

Foto M. Micalizio

raffreddamento e solidificazione, le lave gradualmente si raggrinzavano e si contraevano per dare vita a un fenomeno affascinante definito in geologia «sinclasi». Insomma, la forza erodente dell'acqua ha modificato sostanzialmente la geologia di questo settore geografico ed in particolare della parte mediana del fiume Alcantara, come sopra detto, investito a più riprese da imponenti flussi lavici che invasero il corso d'acqua nel periodo preistorico e protostorico sino ad ar-

rivare al mare Ionio. Il potere erosivo dell'acqua ha continuato a lavorare per millenni generando nella struttura basaltica profonde crepe e particolari fessurazioni, in corrispondenza del distretto territoriale degli odierni Castiglione di Sicilia, Francavilla



Gurna o Ullu Arancia nel territorio del comune di Castiglione di Sicilia C.da Arancio

Foto M. Micalizio

di Sicilia e Motta Camastra, dove il ripiano magmatico era spesso diversi metri in profondità e rallentava il processo erosivo. Secondo ipotesi scientifiche, quasi certamente fu un evento sismico che con un movimento sussultorio fece spaccare in due il poderoso e solido getto lavico che copriva il fiume, già indebolito dall'erosione. Questo evento, attraverso un lento processo idrologico di infiltrazione, consentiva all'acqua che scorreva sopra di insinuarsi e fluire sin

all'interno dei poderosi basalti lavici, dando avvio ad una massiccia disgregazione della compattezza della roccia lavica, sino a spaccarla completamente per dare fluidità al fiume che riconquistava i suoi spazi originali. Operando un processo erosivo e di modellamento delle formazioni rocciose, in contrada "Larderìa", nei comuni di Castiglione di Sicilia e Motta Camastra, il fiume nel corso di migliaia di anni ha scavato i basalti lavici realizzando come una sorta di serpeggiante canyon naturale alto fino a 25 metri, largo 2 metri nei punti più stretti e 4 metri nei punti più larghi, per una lunghezza di almeno 400 metri: sono le torreggianti "Forre laviche o Gole dell'Alcantara".

Per averle visitate o per averne sentito parlare, conosciamo tutti le monumentali "Forre laviche o Gole dell'Alcantara"; tuttavia, in questo elaborato, non approfondiremo la genesi storica di questo sito ma parleremo di altre opere geo-naturalistiche turisticamente meno conosciute ma dalle forme accattivanti e seducenti: si tratta delle "Gurne dell'Alcantara" o come li chiamano localmente "Ulli o Vulli", che sono dei tipici laghetti o vasche modellate dall'acqua all'interno dell'alveo. Altri nomi via via si sono fatti strada nella narrazione popolare dei luoghi, spesso arricchita di particolari inventati o di fantasia come ad esempio, "Marmitte dei giganti", così dette ed interpretate popolarmente per la loro forma, come pentoloni o scodelle dove gli antichi e fantastici giganti del fiume usavano contenere il loro cibo. D'altra parte i fiumi, lo si sa, non raramente scorrono anche sul filo di altre voci, meno reali ma diffuse e «sottovoce» come racconti di antiche leggende connesse con miti epici che si intercalano bene per ogni corso d'acqua d'Italia. In definitiva, lasciando l'opinabile ai sognatori, nella realtà indiscutibile si tratta di vere e proprie piccole o grandi conche naturali, o specchi d'acqua, che, attraverso l'inarrestabile processo disgregativo nel grembo della roccia lavica, si formano all'interno dell'asta fluviale. Dove l'alveo del fiume è irregolare o molto inclinato, le acque vorticosi e torrentizie del corso d'acqua spesso formano un moto a vortice che trasporta e struscia contro la roccia lavica i materiali solidi costituiti da rocce, ciottoli e frammenti litici di natura eterogenea. Questi detriti, alterati e trascinati dal flusso idrico, scivolano e, attraverso il loro movimento rotatorio sul basalto lavico, mettono in moto una straordinaria azione rimaneggiatrice del letto la-

vico del fiume. Nel corso di migliaia di anni trascorsi, è successo e succede ancora che, attraverso un lungo processo di levigatura, l'acqua riesce a modellare le rocce compatte di pietra lavica, creando così un fenomeno di lisciatura naturale che ha prodotto queste "cavità" naturali, intercalate da salti d'acqua, numerose cascate e cascatelle d'acqua che testimoniano una seducente attrattiva ambientale. Le "Gurne" di natura lavica, che caratterizzano il corso dell'Alcantara nella sua parte intermedia, sono dalle forme più svariate e non necessariamente rotonde, dalle pareti levigate e dalle dimensioni e profondità che variano anche di alcuni metri al mutare delle piene del fiume; esse sono condizionate anche dall'accumularsi di detriti e sedimenti, dall'ubicazione e dal flusso idrico. Queste "opere di natura" sono dunque il frutto dell'incessante azione meccanica erosiva ed abrasiva esercitata da millenni sulle antiche e solide colate laviche che in periodo preistorico si erano riversate all'interno dell'alveo del fiume Alcantara.

Come detto sopra, le "Gurne" più importanti si rivelano all'interno di un apparato scenico di grande suggestione e propriamente nella sezione mediana del percorso del fiume Alcantara, tra i comuni di Castiglione di Sicilia e Francavilla di Sicilia, nelle località Giardinelli, Schiccio, Scifazzi, San Nicola, Ciappa, Arancio, Gravà, Ficarazzi, e altre ancora. In questo tratto di fiume lungo una decina di chilometri e anche oltre, a partire dal "Mulino Cannarozzo" in prossimità di Mojo Alcantara (dove è ubicata la "Gurna del Mulino") e sino a raggiungere verso valle il territorio di Motta Camastra, è un susseguirsi di incantevoli opere plasmate nella dura roccia lavica del fiume che danno forma a piccole gole, ingrottati e vere e proprie "gurne d'acqua". Queste opere generate da "Madre Natura", costituiscono le peculiarità ambientali del fiume e per certi versi richiamano anche vicende storiche rilevanti che hanno interessato questo territorio della valle dell'Alcantara ed hanno lasciato un'impronta permanente in queste terre alcanterine. In proposito voglio accennare che in località "Santa Maria la Scala" agro di Castiglione di Sicilia, Antonio Filoteo Omodei, lo scrittore di Castiglione di Sicilia, racconta un aneddoto storico che riguarda l'Imperatore Carlo V d'Asburgo mentre era in viaggio in Sicilia. L'Omodei così scrive: *"... dove l'acqua per larghezza e profondità del fiume vi si riposa realmente, che non pare che si muova, oggi chiamato nuovamente la Gorga da' paesani (che vuol dire lago) dell'Imperatore; perciocché passando qui Carlo V imperatore e secondo re di questo nome di Sicilia, essendo ritornato vittorioso dall'impresa di Tunisi circa l'anno 1535 a Palermo, ed indi andando per terra a Messina, uccise in questo luogo con uno schioppo un'anitra; laonde poi fu sempre così chiamato da' paesani"* [Omodei, 1557]. Insomma, nei pressi di una Gurna (Gorga) d'acqua in località "Santa Maria la Scala", durante una battuta



Piccola cascata tra la Gurna dell'Arancio e la Gurna della Pace – Castiglione di Sicilia Foto M. Micalizio



Tratto del fiume Alcantara lungo il sentiero della Pace
Castiglione di Sicilia F.ne Gravà Foto M. Micalizio

di caccia lungo il fiume Alcantara, Carlo V° abbatté un'anatra e da allora questo sito in suo onore fu chiamato "Gurna dell'Imperatore".

Dopo aver bagnato con le sue acque il bassopiano di "Santa Maria la Scala", l'Alcantara continua nel suo alveo in questo settore geografico invaso dalle arcaiche lave eruttate dall'Etna, un itinerario fluviale affascinante che lambisce la nota Cuba di Santa Domenica in località "Giardinelli", costruita verosimilmente tra il VII e IX secolo d.C. in territorio di Castiglione di Sicilia, la

quale per la sua importanza culturale ed ambientale fu dichiarata Monumento Nazionale il 31.8.1909. Poi a pochi passi è d'obbligo visitare le tracce repertuali che provano l'esistenza di un'antica tintoria (conceria) ebraica e di un battitore del XIII-XIV secolo realizzati a bordo fiume. In breve, restando in zona, attraverso una sorta di tragitto emozionale sulle sponde di questo fiume senza tempo, sembra di osservare il disegno di una cartolina dalla quale emerge quasi con prepotenza, l'alveo incassato nella dura roccia basaltica, attorniato da rigogliose colture che sono i tipici prodotti agricoli di questo territorio fluviale. Questo tratto di fiume è il sito delle cosiddette "Piccole gole" che, come sopra detto, si sono originate all'interno dell'asta fluviale, quale intrigante prodotto ottenuto dal raffreddamento repentino delle lave basaltiche entrate in contatto con la fredda acqua del fiume e la loro continua erosione che dura da millenni. Quando la corrente del fiume è tenue, l'acqua sembra scivolare all'interno dell'alveo e, come ad accarezzare le pareti di roccia lavica, mette in moto su di esse una fine levigatura che sembra contrassegnare il delicato panorama del luogo. In alcuni punti l'acqua del fiume dà origine a suggestivi giochi di luce e, mentre scorre lenta ma insistente, modella e rifinisce le gole e le poderose fiancate laviche, con abbarbicati lungo le loro strette fessure i fichi d'india e i cespiti di euforbia e oleandri che sembrano volere dimostrare come la natura sia forte e potente nelle sue manifestazioni. Scorrendo per un chilometro circa verso valle, il fiume giunge nei pressi del ponte di Castiglione di Sicilia o "Ponte della Cantera", così definito per le radici moresche per cui Alcantara si interpretava come "il ponte"; qui è d'obbligo una piccola sosta per rendere omaggio ad un altro seducente sito naturalistico conosciuto dalla popolazione locale come le affascinanti "Cascatelle di San Nicola". Queste suggestive formazioni geo-naturali del fiume Alcantara si possono osservare proprio nei pressi del ponte omonimo che demarca il confine territoriale tra Castiglione di Sicilia e Francavilla di Sicilia. Le "Piccole gole e cascatelle di San Nicola" si palesano attraverso il loro alveo lavico levigato dalle acque che scorrono impetuose verso valle strette nelle loro piccole forre. In questo tratto il fiume sembra allargarsi per poi restringersi nuovamente e, come stretto dall'abbraccio lavico, offre all'escursionista un panorama naturale spettacolare e di rara bellezza: infatti, qui è possibile rimanere "catturati" dalla forza emotiva che suscita il rumoreggiare dell'acqua del fiume che sbatte

sulla roccia lavica, mentre la rocca e il paese di Castiglione di Sicilia e la sagoma dell'Etna fanno capolino in lontananza a sud. Una volta superate le “Cascatelle di San Nicola”, e precisamente nei pressi della chiesetta omonima, costruita in epoca normanna proprio a ridosso del fiume Alcantara e sino alle “Gole dell'Alcantara”, prende avvio il suggestivo “Sentiero delle Gurne dell'Alcantara”, individuabili attraverso una mappa predisposta appositamente dall'Ente Parco Fluviale dell'Alcantara.



La Gurna della Passerella – Francavilla di Sicilia (ME)

Foto E. Crimi

Un percorso lento nel cuore del Parco Fluviale del fiume Alcantara dove i beni naturalistici sono particolarmente protetti, insomma, un ambiente forse più unico che raro sottoposto a rigida tutela e salvaguardia. Lungo questo tratto intermedio del fiume Alcantara, si contano almeno una ventina di affascinanti “Gurne” che nel tempo si sono formate all'interno del letto lavico. Volendo ricordare quelle più importanti, oltre alla “Gurna dell'Imperatore” e la “Gurna del Mulino” nei pressi della cittadina di Mojo Alcantara, voglio menzionare la “Gurna Schiccio – Cataratto” in zona Santa Caterina del Comune di Francavilla di Sicilia, subito sotto il ponte della ferrovia della linea abbandonata Alcantara-Randazzo. Un po' più a valle si trova la “Gurna Schifazzi” alimentata abbondantemente dall'enorme sorgente sotterranea omonima, in modo continuo e anche nei periodi di secca estiva. Più a valle sono presenti una serie di “Gurne” conosciute come i “Tre laghetti della passerella” che formano una sorta di bacino di raccolta dell'acqua che alimentava la centrale Enel che qui ha costruito, in passato, uno sbarramento artificiale per l'opera di presa dell'acqua e un ponticello artificiale in metallo o “passerella” dal nome delle “Gurne”, non proprio conforme al paesaggio circostante di questi luoghi. Le altre “Gurne” sono “a Ciappa” ubicata nei pressi dei ruderi dell'antico ponte arabo “Alcantara” e del “Mulino Ciappa”, molto noto in queste località in quanto sembra che, alla fine del 1600, in questo sito fu effettuato un primo tentativo di produzione di energia idroelettrica. Più a valle, la cosiddetta “Di Muna”, una grande “Gurna” che per le sue dimensioni in passato veniva utilizzata dai locali come una piscina dove fare il bagno. La “Gurna Arancia” è ubicata nell'omonima contrada, tra Francavilla di Sicilia e la frazione Gravà (Castiglione di Sicilia) appena sotto il ponte sulla SP 220 e poco sopra la “Gurna del Quartarello”, dal nome del piccolo agglomerato abitativo di proprietà privata del “Quartarello” situato a pochi passi dalla Frazione di Gravà di Castiglione di Sicilia. Queste due “Gurne” d'acqua sono forse quelle più grandi e attraenti in queste parti dell'Alcantara e, per le loro ampie dimensioni, alcuni abitanti della valle alcanterina le definiscono “Lingue di mare”. Insomma, due grandi piscine naturali fluviali dove il fiume resta come “imprigionato” da queste ampie vasche di basalto lavico che, non di rado, i loro visitatori definiscono come architetture di roccia lavica, quali magnifiche espressioni naturalistiche di questi luoghi e non solo. Infine,



Cuba bizantina nei pressi del fiume Alcantara Foto E. Crimi

più a valle nei pressi dell'abitato di Fondaco Motta (Motta Camastra) e poco a monte delle famose “Gole di Larderia o Gole dell'Alcantara”, ecco apparire la “Gurna a Medda”, un'altra opera forgiata nella roccia lavica di grande interesse.

Seguendo con molta diligenza il suo percorso, da una posizione quasi sopraelevata si può godere di una suggestiva osservazione di questo seg-

mento di fiume, il quale, in questi luoghi, spesso attorniato da verdeggianti coltivazioni di agrumi, ortaggi e frutteti, strappati ai terreni lavici ove presenti e dislocati sulle sponde coltivabili, riesce a mantenere una parte significativa del ricchissimo valore naturalistico originario. Ma non solo, a testimoniare come i fiumi erano vita per le popolazioni rurali del passato, attualmente lungo questo tratto di fiume svettano anche caratteristiche case rurali gentilizie spesso lasciate al disfacimento del tempo, a testimonianza di un passato certamente non molto remoto. Queste strutture e addirittura piccoli raggruppamenti rurali nascosti tra il verde arboreo ridotti a ruderi, sembrano stanchi e malandati, eppure resistono all'incalzare degli eventi e uno per tutti è l'antico borgo del “Quartarello”. È noto che la definizione di alcuni toponimi ha punti d'inizio secolari che spesso ne variano persino i nomi e le consistenze originali, quando questi vengono trasformati con il trascorrere del tempo dalle popolazioni locali. Pertanto, il nome “Quartarello” probabilmente va fatto risalire a “Quartiriello”, che indica il piccolo e antico quartiere o borgo popolare del luogo sopra menzionato. L'organismo abitativo è composto da vecchie e dirute casette addossate le une alle altre, dove una volta si svolgevano tutte le attività domestiche, sociali e ricreative, ormai ridotte a ruderi e abbandonate nella triste solitudine della dimenticanza del tempo e della condanna del silenzio. In breve, il “Quartarello” era verosimilmente una sorta di borgo-quartiere risalente verosimilmente al 19° sec. ormai completamente abbandonato; eppure ancora oggi rilascia emozioni di altri tempi che evidenziano i segni di un passato intriso di grandi trasformazioni e testimoniano un palese spaccato su un trascorso oramai perso, quando uomo e ambiente convivevano in equilibrio. Dunque, l'uomo di queste terre ha perso i legami materiali e immateriali con il territorio e l'identità territoriale della sua comunità, perdendo così un tesoro culturale immenso. In definitiva, oltre alle incantevoli “Gurne” modellate dall'acqua nel suo alveo basaltico, l'insediamento del “Quartarello” è anche storia antropica di questi luoghi, con forti radici popolari che rendono queste terre apprezzabili antropologicamente e in alcuni casi ancora ricche di particolari valori naturalistici e paesaggistici.

Da questo suggestivo sito prende avvio verso valle il “Sentiero della pace”, un affascinante percorso geo-naturalistico che il fiume si è costruito sin dalla notte dei

tempi e l'escursionista dotato di un animo contemplativo può deliziarsi nell'osservare scorci fluviali di grande magnetismo che conservano un paesaggio naturale di grande impatto emozionale che ispira persino vocazioni poetiche. In definitiva, un luogo di grande suggestione, dove il corpo si rigenera e la mente sfugge al vincolo del mondo reale e corre alla ricerca di riflessioni all'interno di un'intensa atmosfera fiabesca. Tuttavia, nessun mito o leggenda, ma semplicemente un sito fluviale di grande suggestione che solo "Madre Natura" può elargire ai suoi visitatori. In conclusione, all'interno del "Sentiero della pace", tra rocce laviche, piccole gurne, cascatelle d'acqua e una rigogliosa vegetazione fluviale, sarà che lo scrosciare dell'acqua copre la confusione dei pensieri che ci affollano la mente, sarà che il profumo del muschio bagnato ci riporta alla mente antichi ricordi giovanili e sarà che i giochi che fa l'acqua cadendo quasi ci ipnotizzano, davanti a tante bellezze in mezzo al fiume, rimaniamo tutti estasiati anche se l'abbiamo viste mille volte. Insomma, sono molte le bellezze che caratterizzano questo prezioso forziere di biodiversità che trasmette la normalità agli occhi mentre provoca grandi sensazioni al cuore.



Necropoli arcaica in località Orgale, Castiglione di Sicilia – cellette funerarie (guttitti) a tipologia multipla

Foto E. Crimi

“Al Quantarah”. Il fiume senza tempo: antropizzazione della sua valle

Il fiume Alcantara scorre sin dalla notte dei tempi quieto o tumultuoso, attraverso il suo palcoscenico naturale che si interseca in un affascinante percorso storico-naturalistico là dove il tempo sembra essersi fermato, incastonato a sud tra le ardenti lave del possente vulcano Etna che in lontananza sembra sfiorare il cielo, ad ovest dai monti Nebrodi o Caronie, mentre a nord-est questo territorio lambisce l'estrema propaggine dall'antico sistema montuoso Nebroideo-Peloritani Occidentali che si distende sino al mar Jonio. Da queste terre predilette dalla Madre Natura inizia dunque a scorrere “Il fiume senza tempo”, l'Alcantara o Al Quàntarah, il cui nome ha radici arabe e sta a significare «il ponte». Giulio Antonio Filoteo degli Omodei, scrittore castiglione, nel 1566 scriveva in una sua pubblicazione «... camminando circa un miglio da Naxos, trovasi il fiume della Càntara, così chiamato per un ponte romano che sopra vi sta che gli diede il nome...» [Omodei, 1557]. La storia fisica del fiume Alcantara, dunque, inizia da molto lontano ed ha origine non solo da una sorgente sotterranea come si potrebbe pensare, ma soprattutto da modesti rivoli d'acqua alimentati dalle acque meteoriche prodotte dalle precipitazioni piovose sulle falde meridionali della dorsale dei monti Nebrodi, a pochi chilometri sud da Floresta, un piccolo paese in provincia di Messina, posto a oltre 1250 m s.l.m. I rivoli originari d'acqua si connettono e diven-

tano un ruscello che via via, e con l'apporto idrico di bacino, si trasforma in fiume che fluisce verso il mare Ionio e dispensa vita all'intera valle. Il fiume Alcantara ha saputo costruirsi nel corso dei millenni uno straordinario scenario naturale e nella sua valle l'uomo ha ambientato le sue epopee umane e storiche sin dalla sua prima comparsa in queste terre. Le origini della presenza dell'uomo in Sicilia sono oggetto di dibattito tra gli studiosi di paletnologia, infatti, secondo alcuni di loro sono databili a circa 15.000 - 18.000 anni fa, mentre per altri ricercatori, è possibile che risalgano a molto prima. Ad ogni modo, io penso che, sia pure in mancanza di elementi probatori certi, non si può escludere che primi uomini si stanziavano in queste terre della Sicilia orientale, probabilmente nel periodo precedente o durante gli eventi eruttivi che hanno interessato la valle dell'Alcantara: forse era ancora un Homo cacciatore-raccoglitore che si avviava al proprio destino di fronte all'arcaica Etna, una montagna infuocata che egli non era in grado di domare, poiché niente poteva sopravvivere a quel fuoco, né l'uomo né nessun altro essere.

Recenti studi hanno evidenziato che prima dell'arrivo dei conosciuti popoli ellenici nella Sicilia antica orientale, in uno dei periodi preistorici fondamentali della storia siciliana ma meno esplorati e approfonditi riguardo alle migrazioni antiche, le prime presenze di gruppi umani in queste terre, credibilmente raccolte in piccole tribù, risalgono al Paleolitico. Secondo Tucidide, noto storico greco che già dal 430 a.C. incominciò ad interessarsi e a scrivere del territorio siciliano e delle sue vicende, notizie certe riguardo i primi insediamenti di una certa importanza risalgono a oltre l'anno 1000 a.C., quando i nostri preistorici progenitori dell'età del Bronzo stanziati in Sicilia furono costretti a confrontarsi con gli antichi popoli che arrivavano dal mare e per naturale evoluzione antropica, nel corso dei secoli si fusero con essi. Verosimilmente queste nuove stirpi erano i Sicani, una popolazione che secondo alcuni studiosi proveniva dalla penisola iberica che si stabilì nella nostra isola. Secondo determinate ipotesi, all'inizio del secondo millennio a.C. (secondo alcuni esperti il 1284 a.C.), un'altra civiltà proveniente dalla penisola italica faceva la sua comparsa nel panorama antropico della Sicilia orientale e nella valle del fiume Alcantara, segnando un periodo storico-culturale di grande impatto su questa parte dell'isola: i Siculi. Gli studiosi ritengono che i Siculi erano un popolo di stirpe indoeuropea alquanto evoluto per quei tempi, tanto che inizialmente si stabilì pacificamente con i Sicani già presenti nell'isola, per poi soppiantarli lentamente, installandosi definitivamente nella Sicilia orientale, riutilizzando gli insediamenti che furono prima dei Sicani e forse costruendo nuovi insediamenti lungo il corso dell'Alcantara e la zona interna dell'isola. In conclusione, malgrado le incertezze e i disaccordi relativi alle origini e alla storia dei popoli Sicani e Siculi nella parte orientale della Sicilia, si tratta di un capitolo affascinante che meriterebbe davvero ulteriori studi e approfondimenti, perché arricchisce la nostra cultura riguardo al passato delle popolazioni mediterranee e quindi dei nostri progenitori. In assenza di documenti scritti, l'unica metodologia in nostro possesso per cercare di capire i popoli preistorici è la ricerca archeologica, che si occupa dello studio delle tracce materiali e dei reperti lasciati dai nostri antenati sui nostri territori e nella valle del fiume Alcantara, basta guardarsi attorno per scoprire che tutto ci parla di un passato d'arte che ha pochi uguali.

Attorno al 734 a.C., dopo qualche migliaio di anni, l'epopea dei primitivi Sicani e Siculi

stava volgendo al termine mentre un'altra grande ed evoluta civiltà mediterranea si apprestava ad iniziare nella nostra isola la propria storia epica: la cultura Ellenica propria dell'etnia greca che in questa parte di Sicilia orientale ebbe come fulcro l'antica città calcidea di Naxos (*Nάξος*). Si è trattato di una forma di antico flusso migratorio che partiva dalle città-madri della Grecia, che fece da avamposto e aprì le porte a massicci insediamenti ellenici in tutta la Sicilia, che divennero presto città e subito dopo potenze commerciali e geografiche del mar Mediterraneo. Come sostenuto da studiosi di settore, a quello che era rimasto delle antiche popolazioni Sicule nella Valle dell'Alcantara, si sono dunque aggiunti e integrati pacificamente nell'VIII secolo a.C. i coloni greci Calcidesi provenienti dai loro insediamenti originari lungo la costa Jonica, e avevano dato così origine alla massiccia antropizzazione di tutta questa parte di Sicilia orientale che si prolungò per diversi secoli. Oltre a Sicani, Siculi e Greci sopra menzionati, Latini, Bizantini, Arabi, Ebrei, Normanni, Svevi e Angioini, Aragonesi e Borboni, tutti hanno risalito il fiume Alcantara e tutti si sono installati in questo territorio traendo beneficio dalla preziosità delle sue acque e dalla fertilità delle sue colline degradanti e ricche di vita agreste. Questi popoli hanno ricambiato questo benessere, lasciando a questo territorio quali segni del loro passaggio, le loro arti e i loro saperi che si mostrano sottoforma di straordinari reperti. Lungo il suo percorso, l'Alcantara rasenta antiche città sepolte, necropoli, antiche mura di cinta, torri medievali, opere architettoniche di grande pregio artistico, grotte antropizzate ma anche siti di arte e culto arcaico di grande valore archeologico rupestre e persino altari sacrali collegati ad una sorta di religione arcaica con riti primordiali connessi a oscuri culti esoterici megalitici che gli uomini del neolitico forse credevano intrisi di poteri soprannaturali (Sito megalitico e necropoli di Orgale – Comune di Castiglione di Sicilia). Oggi, questi reperti che man mano sono venuti e vengono ancora alla luce nella valle del fiume Alcantara, in parte si custodiscono in strutture museali, altri impreziosiscono il panorama di queste terre e come gioielli abbandonati e incastonati nel paesaggio ci fanno capire che le straordinarie civiltà del passato hanno tracciato lungo questo fiume come una via maestra che, periodicamente nel tempo, viene percorsa ed arricchita da nuovi patrimoni intellettuali e tangibili, sino ai giorni nostri. Concludendo, nella valle del fiume Alcantara, la storia non si lascia solo vedere, si lascia anche vivere e questo fiume, come pochi altri fiumi al mondo, scorre tra la bellezza storica e intraprende come un seducente itinerario nel tempo, attraverso un percorso denso di suggestione, lambendo ameni paesi appoggiati su ampi pianori o aggrappati su poggi irti e brulli e alla ricerca di epoche perdute, che sembrano affacciarsi ed essere spettatori di questo fiume senza tempo.

Bibliografia essenziale

Branca S., D'AJello Caracciolo F., Malaguti A. & Speranza F., 2019: *Constraining age and volume of lava flow invasions of the Alcantara valley, Etna volcano (Italy). New insights from paleomagnetic dating and 3D magnetic modeling*. Journal of Volcanology and Geothermal Research.

Omodei A.F., 1557: *Descrizione della Sicilia nel secolo XVI*, (in collana "Biblioteca storica e letteraria di Sicilia" pubblicata da Gioacchino di Marzo nel 1877.)



Copyright: ADSeT (Associazione Dirigenti Scolastici e Territorio - Messina)

La riproduzione totale e/o parziale è consentita solo con l'autorizzazione degli autori e della Redazione con l'obbligo di citare la fonte.

Gli articoli, per contenuto e forma, impegnano solo ed esclusivamente i singoli autori.