

ALBERTO MUA, GIUSEPPE PORCU, MASSIMO SANNA, MARCO CASULA

PRIME RACCOLTE IN ITALIA DI *AGARICUS IESU-ET-MARTHAE*
UNA INTERESSANTE SPECIE DI *AGARICUS* SEZ. *MINORES***Riassunto**

Viene descritto ed illustrato *Agaricus iesu-et-marthae*, raccolto in Sardegna, che costituisce la prima segnalazione in Italia. Viene inoltre proposto un albero filogenetico relativo alle specie di *Agaricus* sez. *Minores*, clado I, sec. HE et al. (2017).

Abstract

Agaricus iesu-et-marthae, found in Sardinia, which constitutes the first report in Italy, is described and illustrated. Is also proposed a phylogenetic tree relating to the species of *Agaricus* sect. *Minores* clade I, according to HE et al. (2017).

Key words Agaricaceae, *Agaricus*, *Minores*, *A. iesu-et-marthae*, Italy.

Introduzione

Negli ultimi anni il genere *Agaricus* si è arricchito di un notevole numero di specie ed oggi se ne contano oltre 580 a livello mondiale. Precedentemente la distinzione tra le specie di questo genere era affidata esclusivamente ai caratteri macro e micromorfologici oltre che chimici e molto spesso era difficile separare specie molto simili tra loro (specie criptiche). La separazione tra queste specie è potuta avvenire grazie alla biologia molecolare; tale disciplina ha dato un contributo decisivo alla classificazione del genere *Agaricus*, apportando delle sostanziali modifiche, soprattutto grazie ai lavori di vari studiosi europei ed extraeuropei (ZHAO et al. 2011, ZHAO et al. 2016, KERRIGAN 2016, CHEN et al. 2017, PARRA et al. 2018, HE et al. 2018) che attualmente prevedono all'interno del genere 6 sottogeneri e 26 sezioni. Le specie appartenenti ad *A. sez. Minores* a livello mondiale sono da 85 a 100, numero che può variare considerando le sinonimie, ma si stima che il numero totale possa arrivare a 200 (CHEN et al. 2017). Infatti soltanto dal 2016 a oggi sono stati descritti ben 43 taxa di *A. sez. Minores*: LI et al. 2016, con 2 specie, PARRA et al. (2017) con 1 specie, HYDE et al. (2017) con 2 specie, CHEN et al. (2017) con 11 specie, HE et al. (2017) con 16 specie, HE et al. (2018) con 3 specie, HUSSAIN & SHER (2019) con 2 specie, JAICHALIAW et al. (2021) con 1 specie e PARRA et al. (2021) con 1 specie. È quindi possibile, proseguendo con questo ritmo, che si verifichi un notevole arricchimento di specie soprattutto provenienti da zone poco esplorate.

Anche l'inserimento nel genere *Agaricus* sez. *Minores* di specie secozioidi ha contribuito all'aumento del numero delle specie; fra l'altro alcune di queste sono incluse nella sez. *Minores*: *A. aridicola* Geml ex Mateos et al. ≡ *Montagnites dunalii* Fr. (MATEOS et al. 2009), *A. chartaceus* Lebel e *A. wariatodes* (Grgur.) T. Lebel ≡ *Endoptychum wariatodes* Grgur (LEBEL et al. 2012), *A. lamelliperditus* T. Lebel & M.D. Barrett e *A. colpeteorum* T. Lebel (LEBEL 2013), *A. columellatus* (Long) R. Chapm., V.S. Evenson & S.T. Bates ≡ *Araneosa columellata* Long (BATES et al. 2016).

L'Italia si arricchisce ora di un nuovo record della sez. *Minores*: *Agaricus iesu-et-marthae*, raccolto sinora soltanto in Spagna da L.A. Parra (PARRA, 1998, 2013).

Materiali e metodi

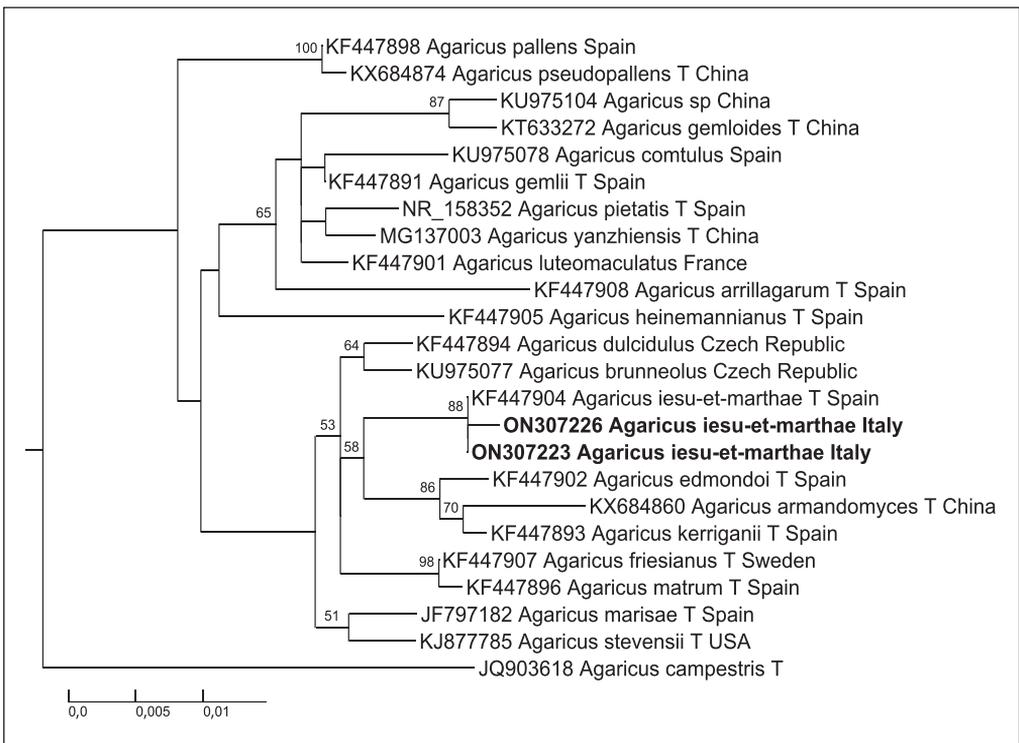
La descrizione macroscopica è stata effettuata su materiale fresco proveniente da 5 raccolte, ognuna di esse costituita sia da esemplari giovani che maturi.

L'osservazione microscopica è stata effettuata sia su materiale fresco che essiccato. Quest'ultimo è stato reidratato con idrato d'ammonio al 3%. I preparati sono stati osservati in rosso Congo o in acqua con microscopi OPTIKA e Motic. I dati relativi alle misure sporiali sono il risultato di 91 misurazioni sul deposito sporale ottenuto dalla raccolta. Ogni spora è stata misurata tramite il software Piximètre su immagini ottenute da telecamere dedicate ai microscopi utilizzati.

Il dato relativo alle dimensioni sporiali, lunghezza e larghezza, è stato ottenuto seguendo il metodo statistico proposto da HEINEMANN & RAMMELOO (1985), il dato ottenuto è composto da un primo numero tra parentesi che rappresenta le spore più piccole, un secondo numero senza parentesi che rappresenta il valore minore ottenuto dalla deviazione standard, un terzo numero sottolineato, che indica il valore medio, un quarto numero che individua il valore maggiore ricavato dalla deviazione standard ed infine un ultimo numero che è quello relativo alle spore più grandi. Il QM (Quoziente Medio) è dato dalla media aritmetica dei quozienti delle singole spore. Il quoziente di una spora è il rapporto tra lunghezza e larghezza. Dalle misurazioni è escluso l'apicolo.

Per effettuare le reazioni macrochimiche sono stati utilizzati i seguenti reagenti: anilina, acido nitrico al 60%, KOH 30%, α -naftolo. La reazione di Schäffer è stata effettuata secondo la metodica indicata dallo stesso autore (SCHÄFFER 1933).

Una delle due collezioni da cui sono state ottenute le sequenze della regione ITS è stata depositata presso l'erbario dell'Università degli Studi di Cagliari (CAG), un duplicato di questa



Filogramma di sequenze del genere *Agaricus* sez. *Minores* clado I secondo He *et al.* (2017), basato sull'analisi della massima verosimiglianza (RAxML) relativa alle regioni geniche ITS1 e ITS2. Sui nodi sono riportati i valori di MLB. Le raccolte italiane sono in carattere grassetto.

collezione e le altre collezioni sono depositate negli erbari degli autori secondo quanto indicato nel capitolo "Raccolte studiate". L'ultima lettera del codice di raccolta indica l'erbario dell'autore in cui sono conservate le collezioni: P indica l'erbario Porcu, M indica l'erbario Mua.

Analisi molecolare

Il DNA totale è stato estratto ed amplificato dal laboratorio Alvalab di Oviedo (Spagna) secondo la metodica standardizzata del laboratorio (ALVARADO *et al.* 2010, 2012). Una volta ottenuta la sequenza del tratto che comprende 18S parziale, ITS1, 5,8S e ITS2 totali, 28S parziale, la stessa è stata confrontata tramite il software Blast del website NCBI con le sequenze presenti nelle banche dati presenti sul web, Unite e GenBank.

L'albero filogenetico è stato così ottenuto: è stato elaborato un dataset contenente diverse sequenze della regione ITS relative alle specie appartenenti ad *A. sez. Minores*, clado I secondo HE *et al.* (2017), prelevate dal database GenBank, includendo anche le sequenze di due delle nostre raccolte di *A. iesu-et-marthae* (accession number GenBank ON307223 e ON307226), è stata aggiunta anche la sequenza relativa a una specie di sezione diversa da *A. sez. Minores*, con funzione di outgroup; si tratta di *A. campestris* L. (GenBank NR_151745), appartenente ad *A. sez. Agaricus*. Le sequenze sono state allineate tramite Muscle del software Mega 6 e, dopo aver ottenuto il file con estensione .phy tramite il software MESQUITE, è stato utilizzato il sistema di massima verosimiglianza (Maximum Likelihood) utilizzando il programma RAXMLGUI 2.0 con bootstrap 1000. L'albero filogenetico così ottenuto è stato elaborato con il software ThreeGraph2.

Agaricus iesu-et-marthae L.A. Parra, *Agaricus* L.-Allopsalliota Nauta & Bas., *Fungi Europaei* 1A: 538 (2013)

≡ *Agaricus lutosus* var. *macrosporus* L.A. Parra, *Boletín de la Sociedad Micologica de Madrid* 25: 303 (2000).

Cappello 4-7 cm di diametro, da campanulato ad emisferico in gioventù, poi convesso, piano-convesso, appena depresso al centro, talvolta un po' ondulato; margine incurvato verso il basso, poi appianato, talvolta fessurato a maturità, assottigliato ed appena eccedente, spesso appendicolato da sottili lembi di velo parziale; superficie pileica asciutta, lucida, asportabile per intero, finemente feltrata (lente), sovente ornata da delicate fibrille porporine, poi brunastre, disposte radialmente, maggiormente concentrate ed accostate fra di loro nell'area discale, progressivamente distanziate, rade o anche assenti verso la periferia, su fondo biancastro, al minimo contatto immediatamente ingiallente.

Lamelle di colore bianco-rosa, rosa-carnicino, poi imbrunenti a maturità, arrotondate, libere e distanziate dal gambo, ottuse all'estremità, sottili, fitte, appena ventricose al centro, larghe intorno a 6-8 mm, separate da alcune lamellule di misura disuguale; taglio finemente eroso (lente), biancastro o comunque più chiaro rispetto alle facce.

Sporata bruna, intorno a 11A della tabella Moser (MOSER 1980).

Gambo 3,5-5 × 0,6-1 cm, generalmente cilindrico, bianco ed ingiallente alla manipolazione, sub-liscio o delicatamente fibrilloso su tutta la lunghezza, pieno, poi fistoloso; base leggermente bulbosa e munita di sottili radichette miceliari.

Anello supero, esile, membranoso, poco espanso, bianco ed ingiallente alla manipolazione, appena ingrossato verso il margine, finemente striato nella superficie superiore e con sottili squame lungo il margine nella faccia inferiore.

Carne spessa intorno a 7-8 mm al centro del cappello e progressivamente attenuata verso il margine, bianca immutabile e cedevole nel cappello, fibrosa ed appena ocreacea nel gambo. Odore di mandorle amare al momento della raccolta, sapore grato.

Reazioni macrochimiche reazione di Schäffer decisamente positiva sulla cuticola; α -naftolo, marrone immediato, poi lentamente bruno-violetto sulla cuticola ed in ogni parte della carne; con KOH (20%) si osserva una reazione giallastra nella carne del gambo, poco evidente e spesso circoscritta alla metà inferiore, nulla sulla cuticola, immediatamente verde e lentamente inscurente sulle lamelle.

Spore (5,26) 5,57-5,93-6,29 (6,72) \times (3,8) 4,2-4,51-4,83 (5,41) μm , Qm = 1,32, lisce, da subglobose a largamente ellittiche, più raramente ellittiche, strettamente monoguttulate, aventi apicolo laterale quando osservate di profilo, prive di poro germinativo visibile, di colore bruno, con parete spessa.

Basidi clavati, tetrasporici, delle dimensioni di 20-25 (28) \times 7-9 μm ; sterigmi lunghi fino a 4,7 μm .

Cheilocistidi delle dimensioni di 14-50 \times 4,5-16 μm , numerosi, piuttosto variabili nelle forme e nelle dimensioni, in maggioranza multisettati, con elementi terminali clavati o anche piriformi, cilindrici, fusiformi, talvolta è presente qualche elemento rostrato, subcapitulato o capitulato; si osserva un pigmento parietale brunastro e leggermente incrostante.

Pleurocistidi assenti.

Epicute (prelievo in prossimità del disco) formata da una struttura di ife disposte a cutis ed in modo più o meno regolare, aventi qualche diramazione, con larghezza compresa fra 2,5 e 8,5 μm , in parte ristrette ai setti; elementi terminali da cilindrici a largamente clavati; pigmento citoplasmatico intracellulare ocra-bruno, diffuso e diluito uniformemente; pigmento parietale brunastro e leggermente incrostante.

Superficie inferiore dell'anello costituita da ife larghe di 2-8 μm , in parte leggermente ristrette ai setti.

Habitat fra l'erba dei prati e pascoli, anche su terreno sabbioso retrodunale, una volta in vicinanza di *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., diffuso nei suoi areali di crescita, in gruppetti di alcuni esemplari, raramente solitario.

Raccolte studiate 14/03/2018, S. Sperate (SU), loc. "Prolungamento Via Giardini", in terreno pianeggiante, in prato adibito a pascolo, leg. Giuseppe Porcu (0230-P). 24/03/2018, S. Sperate (SU), loc. "Via Is' Spinargius", in terreno pianeggiante, in prato adibito a pascolo, leg. G. Porcu (0242-P); 27/03/2018, comune di Sinnai (CA), loc. "Santu Basileddu", in terreno collinare, in prato adibito a pascolo, leg. M. Casula, A. Mua, G. Porcu, M. Sanna (CAG 9/1.54), (duplicati 0246-P e BC14M), GenBank ON307223; 30/03/2018, comune di Monastir (SU), loc. "Cadraxiu", in terreno pianeggiante, a circa 70 metri di altitudine, tra l'erba di un prato, in vicinanza di un impianto di *Eucalyptus camaldulensis*, leg. A. Mua, G. Porcu e M. Sanna (0248-P e BG13M); 30/12/21, comune di Muravera (SU), loc. Feraxi, in radura erbosa in pineta litoranea di *Pinus pinea* L. su suolo retrodunale, leg. A. Mua (FL01M), GenBank ON307226.

Discussione

Agaricus iesu-et-marthae era stato descritto da PARRA (1998) con il nome di *A. lutosus* var. *macrosporus* L.A. Parra e validato con un secondo intervento (PARRA 2000); successivamente l'autore lo ha sinonimizzato con *A. lutosus* (F.H. Møller) F.H. Møller per avere effettuato delle raccolte con misure sporiali intermedie tra *A. lutosus* var. *macrosporus* e la specie tipo (PARRA 2003, 2005). Nella sua monografia PARRA (2013) sinonimizza *A. lutosus* con *A. comtulus* Fr. a causa della indistinguibilità molecolare dei due taxa, che però sino ad allora venivano differenziati per la presenza o l'assenza dei cheilocistidi. Al contrario *A. lutosus* var. *macrosporus* era differenziabile molecolarmente, cosa che permise di elevarlo a specie autonoma con il nome di *A. iesu-et-marthae*, visto che l'epiteto "*macrosporus*" risultava già utilizzato per un omonimo anteriore (*A. macrosporus* Mont.).

Secondo la classificazione operata da PARRA (2008, 2013) *A. sez. Minores* apparteneva ad *A. subg. Agaricus*. Oggi la vecchia *A. sez. Minores* è stata elevata al rango di sottogenere [*A. subg. Minores* (Fr.) R.L. Zhao & Moncalvo] e suddivisa in tre sezioni: *A. sez. Minores* (Fr.) Henn., *A. sez. Leucocarpi* Linda J. Chen & Callac (CHEN *et al.* 2017) e *A. sez. Pantropicales* L.A. Parra, Angelini, B. Ortiz, Linda J. Chen & Callac (PARRA *et al.* 2018); la prima comprende tutte le specie europee e molte specie extraeuropee, la seconda e la terza riguardano esclusivamente specie extraeuropee. Secondo ZHAO *et al.* 2016, *A. subg. Minores* ospita specie con reazione KOH positiva e reazione di Schäffer quasi sempre positiva, superficie del cappello ingiallente al tatto, odore di anice o di mandorle amare, basidiomi con portamento spesso snello, di piccole e medie dimensioni, anello supero (se è semplice appare sottile, fragile, liscio su entrambe le superfici, se è complesso la faccia superiore è liscia e quella inferiore fioccosa o squamosa), cheilocistidi clavati, piriformi, a volte assenti o rari. Riguardo all'asserzione della reazione di Schäffer secondo cui non sarebbe sempre positiva, essa deriva dal fatto che in *A. subg. Minores*, ZHAO *et al.* (2016), oltre ad *A. sez. Minores*, è stata inserita anche *A. sez. Laeticolores* Heinemann (HEINEMANN 1961) dalla reazione negativa. Questa sezione comprendeva due specie: la prima, *A. rufoaurantiacus* Heinemann, è stata spostata nel subg. *Minoropsis* Linda J. Chen, L.A. Parra, Callac, Angelini & Raspé, la seconda, *A. candidolutescens* Mao-Qiang He, Jie Chen, Jun-Liang Zhou, Cheewangkoon Ratchadawan, Kevin D. Hyde & Rui-Lin Zhao, la cui effettiva appartenenza ad *A. sez. Laeticolores* era dubbia, ora è stata spostata in *A. sez. Pantropicales*; questa ad una prima analisi sembrava avesse una reazione di Schäffer negativa, successivamente dopo un riesame del *typus* ha evidenziato una reazione positiva (PARRA *et al.* 2018). In seguito CHEN *et al.* (2017) hanno descritto *A. subg. Minores*, *sez. Leucocarpi* Linda J. Chen & Callac, che attualmente comprende 4 specie, tutte con RS negativa. Quindi alla luce di quanto esposto la diagnosi di *A. subg. Minores* da parte di ZHAO *et al.* 2016 è sempre attuale.

A. iesu-et-marthae appartiene ad *A. subg. Minores*, *A. sez. Minores*. L'elevazione della vecchia *A. sez. Minores* al rango di sottogenere è stata operata da ZHAO *et al.* (2016), che hanno calcolato i tempi di divergenza delle specie in milioni di anni; infatti secondo questi autori sono considerati sottogeneri i gruppi di specie i cui antenati comuni si sono separati oltre 30 milioni di anni fa, e sezioni, quelli in cui la separazione è avvenuta tra 18 e 26 milioni di anni fa. ZHAO *et al.* (2016) stimano che la separazione di *A. subg. Minores* sia avvenuta 30 milioni di anni fa, mentre la separazione di *A. sez. Minores* 26 milioni di anni fa. *Agaricus sez. Minores* ha i seguenti caratteri: reazione di Schäffer sempre positiva, anello supero, semplice, sottile, fragile con la superficie inferiore né fioccosa né squamosa, il velo universale è poco sviluppato o assente, superficie del cappello che spesso vira al giallo alla manipolazione, carne che spesso vira al giallo all'esposizione, odore di anice o di mandorle amare, basidiomi spesso esili, di dimensioni medio-piccole, cheilocistidi semplici, clavati, piriformi, a volte assenti o rari (ZHAO *et al.* 2016).

Nel filogramma, proposto da CHEN *et al.* (2017), *A. subg. Minores* è stato suddiviso in 11 cladi (da I a XI) e *Agaricus iesu-et-marthae* trova spazio nel clado VII, comprendente, tra gli altri, anche *A. dulcidulus* Sculzer, *A. brunneolus* (J.E. Lange) Pilát, *A. friesianus* L.A. Parra, Olariaga & Callac, *A. matrum* L.A. Parra, A. Caball., S. Serrano, E. Fernández & Callac, *A. kerriganii* L.A. Parra, B. Rodr., A. Caball., Marftin-Calvo & Callac e *A. edmondoi* L.A. Parra, Cappelli & Callac. Successivamente HE *et al.* (2017), nella descrizione di 16 nuove specie, hanno suddiviso *A. sez. Minores* in 15 cladi dove il clado I corrisponde al clado VII sec. CHEN *et al.* (2017). Nel presente lavoro viene proposto un filogramma relativo alle specie appartenenti a quest'ultimo clado.

Purtroppo l'assenza di sequenze di diverse specie considerate appartenenti ad *A. sez. Minores* e, presumibilmente, la mancata conoscenza di altre specie ancora da descrivere, rendono la filogenesi incompleta e gli alberi filogenetici presentano valori di supporto spesso bassi. Mancano infatti, tra le altre, sequenze di alcune specie descritte da Heinemann come *A. cheilotulus* Heinemann (HEINEMANN 1990), *A. nothofagorum* Heinemann (HEINEMANN 1986), da Murrill,



Agaricus iesu-et-martae in habitat. Comune di Sinnai loc. "Santu Basileddu", 27/3/2018 (duplicati 0246-P e BC14M), GenBank ON307223. Foto di Alberto Mua

come *A. comptuloides* (MURRILL 1912), da PETERSON *et al.* (1999) come *A. azoetes* K.R. Peterson, Desjardin & Hemmes, *A. entibigae* K.R. Peterson, Desjardin & Hemmes, *A. kiavetes* K.R. Peterson Desjardin & Hemmes e *A. xeretes* K.R. Peterson, Desjardin & Hemmes, alcune raccolte di Kerrigan (KERRIGAN 2016) sequenziate ma non depositate nei siti preposti (es. *A. zelleri* Kerrigan).

Principali differenze dalle specie europee di *A. sez. Minores*

Le differenze macroscopiche dei rappresentanti di *A. sez. Minores* sono molto difficili da rilevare, la microscopia e l'habitat aiutano sufficientemente ma in alcuni casi, la differenziazione certa può essere data soltanto dallo studio molecolare. L'importanza dell'habitat venne sottolineata da CAPPELLI (1984), il quale suddivise il genere *Agaricus* in base ai principali ambienti di crescita.

Agaricus arrillagarum L.A. Parra, S. Serrano & Geml ha le spore molto più piccole e i cheilocistidi sono poco numerosi, non multisetati, l'habitat è in boschi litoranei retrodunali di *Pinus pinaster* Aiton (PARRA 2013).

Agaricus brunneolus (J.E. Lange) Pilát è in genere di dimensioni maggiori, sotto l'anello il gambo è decorato da squamette cotonose, normalmente non cresce nei prati, ma in presenza di alberi o arbusti, le spore sono mediamente di dimensioni inferiori.

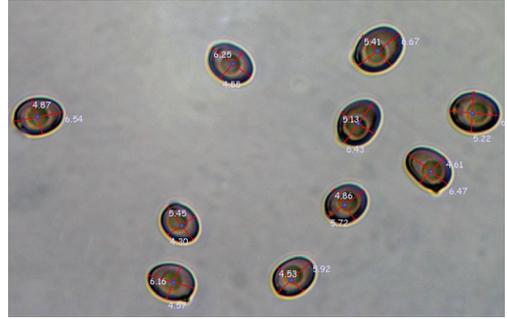
Agaricus comtulus Fr. ha le spore più piccole.

Agaricus edmondoi L.A. Parra, Cappelli & Callac ha le spore più piccole e cresce nei boschi (PARRA 2013).

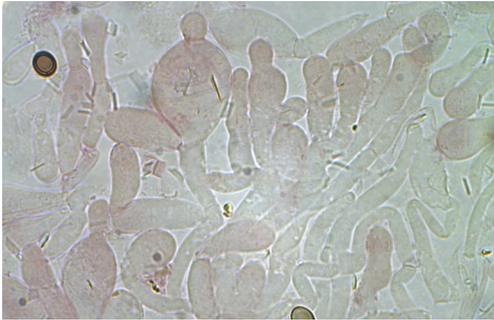
Agaricus friesianus L.A. Parra, Olariaga & Callac ha le spore più piccole e un habitat boschivo, sotto conifere (PARRA 2013).



A. iesu-et-marthae. Reazione α -naftolo. Foto di Giuseppe Porcu



A. iesu-et-marthae. Spore (1000 \times). Foto di Giuseppe Porcu



A. iesu-et-marthae. Cheilocistidi (1000 \times).
Foto di Giuseppe Porcu



A. iesu-et-marthae. Cheilocistidi (1000 \times).
Foto di Giuseppe Porcu



A. iesu-et-marthae. Pileipellis (1000 \times). Foto di Giuseppe Porcu

Agaricus gemlii L.A. Parra, Arrillaga, Ribes & Callac, ha le spore di dimensioni leggermente inferiori, ife della pileipellis nettamente ristrette ai setti e cresce nei boschi di *Quercus ilex* L., di *Pinus pinaster* Aiton e di *Arbutus unedo* L. (PARRA 2013).

Agaricus heinemannianus Esteve-Rav. ha il cappello ricoperto di fibrille brunastre, bruno rossastre, ha i cheilocistidi piú corti, cresce in zone dunali oppure in boschi termofili su suolo sabbioso (ESTEVE-RAVENTÓS F. 1998).

Agaricus jacobi L.A. Parra, A. Caball. & Callac ha spore piú piccole e un habitat non prettamente praticolo (PARRA 2013).

Agaricus kerriganii L.A. Parra, B. Rodr., A. Caball., Martín-Calvo & Callac ha le spore piú piccole e un habitat boschivo (raccolto sotto *Quercus ilex* e *Pinus halepensis* Mill. (PARRA 2013).

Agaricus luteoflocculosus Kalamees presenta dei residui fioccosi gialli sul margine del cappello e cresce in riva al mare sull'alga *Fucus vesiculosus* L. (KALAMEES & IVANOV 1985), alga dei mari freddi, non mediterranea.

Agaricus luteomaculatus F.H. Møller ha il gambo fibrilloso sotto l'anello, ha i cheilocistidi piú corti e cresce in boschi di conifere, soprattutto di *Picea abies* (L.) H. Karst. (MØLLER 1952).

Agaricus marisae L.A. Parra & Callac ha il cappello ricoperto di fibrille brunastre, bruno rossastre, le spore leggermente piú grandi ed è stato raccolto sotto *Pinus halepensis* (PARRA 2013).

Agaricus matrum L.A. Parra, A. Caball., S. Serrano, E. Fernández & Callac ha le spore più piccole e un habitat boschivo (PARRA 2013).

Agaricus pallens (J.E. Lange) L.A. Parra ha pochi cistidi, ha le spore molto più piccole e cresce in ambienti umidi, boschivi (PARRA 2013).

Agaricus pietatis L.A. Parra & A. Caball. ha dimensioni molto più piccole, le spore hanno dimensioni inferiori ed è stato raccolto sotto *Quercus ilex* (PARRA & CABALLERO 2017).

Agaricus pseudolutosus (G. Moreno, Esteve-Rav., Illana & Heykoop) G. Moreno, L.A. Parra, Esteve-Rav. & Heykoop, che cresce in ambiente praticolo, è differenziabile poiché di solito è privo di cheilocistidi oppure essi sono polimorfi, raramente simili a quelli di *A. iesu-et-marthae* e le spore sono generalmente più grandi (PARRA 2013).

Agaricus purpurellus F.H. Møller ha il cappello totalmente ricoperto da fibrille rossastre, ha le spore più piccole e cresce sotto *Picea* sp. (MØLLER 1952).

Indirizzo degli autori

ALBERTO MUA

Via Spano 8 - 09045 Quartu S. Elena (CA).

E-mail: albermua@gmail.com

GIUSEPPE PORCU

Via E. Marongiu 32 - 09026 S. Sperate (SU).

E-mail: pinoporcu.ss@gmail.com

MASSIMO SANNA

Via Famagosta 13 - 09134 Cagliari (CA).

E-mail: massanfungo@gmail.com

MARCO CASULA

Via Piave 21 - 09048-Sinnai (CA).

E-mail: casula.mek@gmail.com

Bibliografia

ALVARADO P., MANJÓN J.L., MATHENY P.B. & ESTEVE-RAVENTÓS F. – 2010: *Tubariomyces*, a new genus of *Inocybaceae* from the Mediterranean region. *Mycologia* 102(6): 1389-1397.

ALVARADO P., MORENO G. & MANJÓN J.L. – 2012: Comparison between *Tuber gemmadii* and *T. oligospermum* lineages reveals the existence of the new species *T. cistophilum* (Tuberaceae, Pezizales). *Mycologia* 104 (4): 894-910.

BATES S.T., CHAPMAN R.M., ISLAM M.B., SCHWABE A., WARDENAAR E.C. & EVENSON V.S. – 2016: Phylogenetic placement of the secotioid fungus *Araneosa columellata* within *Agaricus*. *Mycotaxon* 131(1): 103-110.

CAPPELLI A. – 1984: *Agaricus* (L.) Fr. (*Psalliota* Fr.). *Fungi Europaei* 1. Saronno.

CHEN J., CALLAC P., PARRA L.A., KARUNARATHNA S.C., HE M.Q., MOINARD M., DE KESEL A., RASPÉ O., WISITRASSAMEEWONG K., HYDE K.D. & ZHAO R.L. – 2017: Study in *Agaricus* subgenus *Minores* and allied clades reveals a new American subgenus and contrasting phylogenetic patterns in Europe and Greater Mekong Subregion. *Persoonia* 38(1): 170-196.

ESTEVE-RAVENTÓS F. – 1998. *Agaricus heinemannianus*, a new species of section *Minores*. *Belg. Journ. Bot.* 131(2): 163-168.

HE M.Q., CHEN J., ZHOU J.L., RATCHADAWAN C., HYDE K.D. & ZHAO R.L. – 2017: Tropic origins, a dispersal model for saprotrophic mushrooms in *Agaricus* section *Minores* with descriptions of sixteen new species. *Scientific reports* 7(1): 1-31.

- HE M.Q., HYDE K.D., WEI S.L., XI Y.L., CHEEWANGKON R., & ZHAO R.L. – 2018: Three new species of *Agaricus* section *Minores* from China. *Mycosphere* 9(2): 189-201.
- HEINEMANN P. – 1961: Agarici Austro-Americani: I: *Agaricus* of Trinidad. *Kew Bulletin* 15(2): 231-248.
- HEINEMANN P. & RAMMELOO J. – 1985: De la mesure des spores et son expression. *Agarica*, 6: 366-380.
- HEINEMANN P. – 1986: Agarici austroamericani VI. Aperçu sur le *Agaricus* de Patagonia et de la Terre du Feu. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 56(3-4): 417-446.
- HEINEMANN P. – 1990: Agarici austroamericani VII. Agaricaceae des zones tempérées de l'Argentine et du Chili. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 60(3-4): 331-370.
- HUSSAIN S. & SHER H. – 2019: Study in *Agaricus* section *Minores* in Pakistan with the description of two new species. *Mycological Progress* 18(6): 795-804.
- HYDE K.D., NORPHANPHOUN C., ABREU V.P., BAZZICALUPO A., THILINI CHETHANA K.W., CLERICUZIO M. *et al.* – 2017: Fungal diversity notes 603–708: taxonomic and phylogenetic notes on genera and species. *Fungal Diversity* 87(1): 1-235.
- JAICHALIAW C., KUMLA J., VADTHANARAT S., SUWANNARACH N. & LUMYONG S. – 2021: Multigene Phylogeny and Morphology Reveal Three Novel Species and a Novel Record of *Agaricus* From Northern Thailand. *Frontiers in Microbiology* 12:1-14
- KALAMEES K. & IVANOV A.I. – 1985: *Agaricus luteoflocculosus* sp. nov. *Folia Cryptogamica Estonica* 17: 1-2.
- KERRIGAN R.W. – 2016: *Agaricus* of North America. *Mem. N. Bot. Gard.* 114: 1-574.
- LEBEL T. & SYME A. – 2012: Sequestrate species of *Agaricus* and *Macrolepiota* from Australia: new species and combinations and their position in a calibrated phylogeny. *Mycologia* 104(2): 496-520.
- LEBEL T. – 2013: Two new species of sequestrate *Agaricus* (section *Minores*) from Australia. *Mycological progress*, 12(4), 699-707.
- LI G.J., HYDE K.D., ZHAO R.L., HONGSANAN S., ABDEL-AZIZ F.A., ABDEL-WAHAB M.A. *et al.* – 2016: Fungal diversity notes 253–366: taxonomic and phylogenetic contributions to fungal taxa. *Fungal diversity* 78(1): 1-237.
- MATEOS A., MORALES J., MUNOZ J., REY R., & TOVAR C. – 2009: Agaricomycetes gasteroides de interés en Extremadura. *Boll. Inform. Soc. Mycol. Extremena* 9: 41-43.
- MØLLER, F.H. – 1952: Danish *Psalliota* Species. Preliminary Studies for a Monograph on the Danish Psalliotae. Part 2. *Friesia* 4(3): 135-242.
- MORENO G., ESTEVE-RAVENTÓS F., ILLANA C. & HEYKOOP M. – 1990: More agarics from xerophytic grasslands in central Spain. *Mycol. Res.* 94: 781-788.
- MORENO G., ESTEVE-RAVENTÓS F. & HEYKOOP M. – 1999: *Agaricus pseudolutosus* comb. and stat. nov. and *Agaricus lutosus*, two species from mediterranean xerophytic grasslands. *Micologia e Veg. Medit.* 14(1): 59-66.
- MOSER M. – 1980: *Guida alla determinazione dei funghi*. Vol. 1. Ed. Saturnia, Trento.
- MURRILL W.A. – 1912: The *Agaricaceae* of the Pacific Coast - III. Brown and black-spored genera. *Mycologia* 4(6):294-308.
- PARRA L.A. – 1998: The genus *Agaricus* L.: Fr. in Spain. IV. *Agaricus lutosus* var. *macrosporus*, var. nov., and *A. ludovici* Remy, second world record. *Boletín de la Sociedad Micologica de Madrid* 23: 97-109.
- PARRA L.A. – 2000: Validation of *Agaricus rollanii* Parra and *Agaricus lutosus* var. *macrosporus* Parra. *Boletín de la Sociedad Micologica de Madrid* 25: 303.
- PARRA L.A. – 2003: Contribution of the knowledge of the genus *Agaricus*. *Fungi non delineati pars XXIV*. Edizioni Candusso. Alassio.

- PARRA L.A. – 2005: Nomenclatural study of the genus *Agaricus* L. of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. Cuadernos de trabajo de Flora Micológica Ibérica 21. Consejo superior de investigaciones Cientificas Real Jardín Botánico. Madrid.
- PARRA L.A. – 2008: *Agaricus* L., *Allopsalliota* Nauta & Bas. *Fungi Europaei* 1. Ed. Candusso, Alassio.
- PARRA L.A. – 2013: *Agaricus* L., *Allopsalliota* Nauta & Bas. *Fungi Europaei* 1a. Candusso Edizioni s.a.s., Alassio.
- PARRA L.A., ANGELINI C., ORTIZ-SANTANA B., MATA G., BILLETTE C., ROJO C., CHEN J., & CALLAC, P. – 2018: The genus *Agaricus* in the Caribbean. Nine new taxa mostly based on collections from the Dominican Republic. *Phytotaxa* 345(3): 219-271.
- PARRA L.A. & CABALLERO A. – 2017: *Agaricus pietatis*, una especie nueva de *Agaricus* sect. *Minores* encontrada en España. *Boll. Micol. FAMCAL* 12: 137-143.
- PARRA L.A., FARAONI M. & SURIANO E. – 2021: *Agaricus carassaii*, una especie nueva de *Agaricus* sect. *Minores* recolectada en Italia central. *Micologia e Veget. Medit.* 36(1-2): 3-22.
- PETERSON K.R., DESJARDIN D.E. & HEMMES D.E. – 1999: Agaricales of the Hawaiian Islands. 6. Agaricaceae I. *Agariceae: Agaricus* and *Melanophyllum*. *Sydowia* 52(2): 204-257.
- SCHÄFFER J. – 1933: Spezifische Merkmale bei Champignons. *Schweiz. Pilz.* 11: 137-D Kesel140.
- ZHAO R., KARUNARATHNA S., RASPÉ O., PARRA L.A., GUINBERTEAU J., MOINARD M., DE KESEL A., BARROSO G., COURTECUISSIE R., HYDE K.D., GUELLY A.K. & CALLAC P. – 2011: Major clades in tropical *Agaricus*. *Fungal Diversity* 51(1): 279-296.
- ZHAO R.L., ZHOU J.L., CHEN J., MARGARITescu S., SÁNCHEZ-RAMÍREZ S., HYDE K.D., CALLAC P., PARRA L.A., LI G.J. & MONCALVO J.M. – 2016: Towards standardizing taxonomic ranks using divergence times - a case study for reconstruction of the *Agaricus* taxonomic system. *Fungal Diversity* 78: 239-292.