

Celeste Heisecke Cabrera

***Leucoagaricus* (AGARICACEAE)  
NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia de Fungos, Algas e Plantas.  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Alice Neves

Florianópolis  
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Heisecke, Celeste  
Leucoagaricus (Agaricaceae) na Região Sul do Brasil /  
Celeste Heisecke ; orientadora, Maria Alice Neves -  
Florianópolis, SC, 2015.  
84 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-  
Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas.

Inclui referências

1. Biologia de Fungos, Algas e Plantas. 2. Agaricales.  
3. Lepiota s.l.. 4. Taxonomia. I. Neves, Maria Alice. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-  
Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas. III.  
Título.



*Frágeis que são,  
os elegantes trajes  
desfazem-se.*

*Cauê Oliveira,  
2014.*



## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro e pela oportunidade.

A minha orientadora, professora e amiga, Maria Alice, dedicada e entusiasmada, sempre disposta a ajudar, pelos ensinamentos, conselhos, paciência, carinho e principalmente, pela confiança.

Ao Nelson, Juliano, Mateus e Rafael por aceitarem o convite para fazer parte da banca examinadora e pelas considerações valiosas.

Aos meus pais, Ernesto e Jazmín, que sempre me apoiaram.

Às minhas irmãs, Lucero, Laurel e Violeta por serem, sobretudo, minhas amigas.

Aos meus “abuelos”, Elida, Sara e Carlos, e tia Elvira que torceram por mim em todo momento.

À Babs, Dionei e meus tios Sara e Sérgio por abrirem os braços e me acolherem e acompanharem na minha trilha no mundo micológico, e ao Tomás e Alice por todas as risadas e brincadeiras.

Ao Rodrigo, simplesmente por tudo e aos seus pais, pelo carinho.

Aos novos amigos, em particular à Ari, verdadeira parceira deste mestrado e aos velhos amigos, em especial à Mari, amiga e confidente desde os começos da nossa história biológica.

Aos micólogos e “micolovers” por me contagiarem o amor pelos fungos e pelos ensinamentos e aprendizados compartilhados. Um carinho especial para o professor Ricardo, pela disposição e amizade, para Salo que me introduziu no mundo dos lepiotáceos e para o João pelos desenhos incríveis.

À Mel, Val, Marco, Fernanda e Fernando que foram os primeiros a me receber no MICOLAB. Ao Cauê que me ensinou sobre culturas.

Aos meus “irmãos acadêmicos”, Ju, Kel, Alti, Jo, Carlos, Diogo, Gesi, Caio, Genis, Marília, Lari, Michael, Marina, Duda, Ângela, Jaime, Meli, e todos os demais micolabianos pelas experiências em coletas, seminários, bancada, cafés e festas.

Aos colegas, professores e pesquisadores da PPGFAP pela ajuda e dedicação. Também aos professores Rosa Mara, Paulo Câmara e Andrea Romero pelas aulas fantásticas e aos pós-docs que estão junto.

Aos curadores e assistentes dos herbários FLOR, HUA, ICN, INPA, MBM e RB pelos empréstimos de materiais para estudo. Um agradecimento especial ao André de Meijer, pela ajuda e pelos empréstimos de materiais e bibliografia.

Às Unidades de Conservação pelas permissões de coleta e apoio durante as expedições.

Aos amigos, colegas, monitorandos e professores de Biologia, pelos ensinamentos e vivências, por continuarem sendo uma inspiração e pelas horas felizes.

À Elise, pela alegria de todos os dias e à Pri, pela ajuda de sempre.

A todos os técnicos e pessoal da limpeza do Departamento de Botânica, por tornar nossos dias mais agradáveis.

Aos amigos da torcida paraguaia, que seguiram caminhos diferentes, mas sempre me acompanham.

Agradeço também a todos que de alguma forma colaboraram com a execução deste trabalho, mas que eu tenha esquecido de mencionar.

## RESUMO

*Leucoagaricus* Locq. ex Singer é caracterizado morfológicamente pela margem do píleo inteira a finamente estriada mas nunca formando pregas, lamelas livres, presença de anel, além da ausência de fíbulas e de pseudoparáfises. De acordo com estas características, são incluídas 90 espécies no gênero. Este é um dos gêneros saprotróficos que ocupam o solo mais representativos nas regiões tropicais e subtropicais. Porém, algumas regiões ainda permanecem pouco estudadas e poucos dados sobre a diversidade e distribuição de *Leucoagaricus* estão disponíveis. Com o objetivo de contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a diversidade, distribuição e taxonomia de *Leucoagaricus*, foi realizado um estudo dos táxons do gênero com base em coletas realizadas na Mata Atlântica Subtropical do Sul do Brasil. Foram identificados 21 espécimes correspondendo a um total de 10 táxons : *Leucoagaricus aurantiacus* Heinem., *Leucoagaricus brunneocingulatus* (P. D. Orton) Bon, *Leucoagaricus caeruleus* (Peck) J. F. Liang et al., *Leucoagaricus georginae* (W. G. Sm.) Candusso, *Leucoagaricus glabridiscus* (Sundb.) Wuilb., *Leucoagaricus goossensiae* (Beeli) Heinem., *Leucoagaricus griseus* Heinem., “*Leucoagaricus melanotrichus* f. *citrifolius*” Courtec. (nom. inval.), “*Lepiota besseyi*” H. V. Sm. & N. S. Weber e “*Lepiota roseolivida*” Murrill. São apresentadas fotografias ou desenhos dos basidiomas de todos os táxons tratados, além de descrições macro e micromorfológicas com ilustrações.

**Palavras-chave:** Agaricales. *Lepiota* s.l. Taxonomia.





## ABSTRACT

*Leucoagaricus* Locq. ex Singer is morphologically characterized by entire or softly striate but not plicate pileus margin, free lamellae, presence of a ring, and absence of clamp connections and pseudoparaphyses. According to these features, 90 species are included in the genus. This is one of the most representative saprotrophic genera that colonized soil in tropical and subtropical forests. However, some regions are still understudied and few data regarding their diversity and distribution are available. In order to improve the knowledge about the diversity, distribution and taxonomy of *Leucoagaricus* from the subtropical Atlantic Forest in Southern Brazil. Twenty-one specimens were identified corresponding to a total of ten taxa: *Leucoagaricus aurantiacus* Heinem., *Leucoagaricus brunneocingulatus* (P. D. Orton) Bom, *Leucoagaricus coerulescens* (Peck) J. F. Liang et al., *Leucoagaricus georginae* (W. G. Sm.) Candusso, *Leucoagaricus glabridiscus* (Sundb.) Wuilb., *Leucoagaricus goossensiae* (Beeli) Heinem., *Leucoagaricus griseus* Heinem. “*Leucoagaricus melanotrichus* f. *citrifolius*” Courtec. (nom. inval.), “*Lepiota besseyi*” H. V. Sm. & N. S. Weber and “*Lepiota roseolivida*” Murrill. Photographs or drawings of the basidiomes and macro and microscopic descriptions are presented for the taxa.

**Keywords:** Agaricales. *Lepiota* s.l. Taxonomy.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 ASPECTOS TAXONÔMICOS DE <i>Leucoagaricus</i> .....	15
1.2 MORFOLOGIA DE <i>Leucoagaricus</i> .....	17
<b>1.2.1 Macromorfologia .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Micromorfologia .....</b>	<b>18</b>
1.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS DE <i>Leucoagaricus</i> .....	21
1.4 DISTRIBUIÇÃO DE <i>Leucoagaricus</i> .....	22
<b>1.3.3 Distribuição no Brasil.....</b>	<b>22</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>25</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
<b>3 MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
3.1 COLETAS .....	27
3.2 DESCRIÇÕES MACRO E MICROMORFOLÓGICAS .....	27
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 CAPÍTULO I.....	31
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>79</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O grupo dos fungos inclui os cogumelos, ferrugens, orelhas de pau, estrelas da terra, mofos, leveduras e outras diversas formas menos conhecidas (Alexopoulos et al., 1996). Os cogumelos são fungos mais populares e conhecidos desde tempos remotos. Sua importância se deve a que estes macrofungos tem sido utilizados como alimento, medicamento e rituais durante séculos (Ainsworth, 1976; Alexopoulos et al., 1996) e alguns são usados até hoje, como por exemplo, *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, o ‘*champignon*’ amplamente utilizado na culinária.

Fries (1821) apresentou a primeira classificação dos cogumelos. Nesta classificação foram levados em consideração caracteres macromorfológicos, essencialmente os que dizem respeito à forma da porção produtora de esporos, ou himenóforo (lamelar, poroide, sulcado, venoso, denteado ou liso) e a cor dos esporos em massa, ou esporada (branca, rosa, roxa, marrom ou preta). No seu último trabalho, Fries (1874) organizou os fungos lamelares, também chamados de fungos agaricoides (Agaricales, Basidiomycota) em uma família e 20 gêneros. Este sistema foi amplamente utilizado devido à sua praticidade para a identificação dos táxons em campo. Patouillard (1987), seguido por outros autores, acrescentou caracteres micromorfológicos e desta forma, novos gêneros foram segregados. Um século depois, Singer ganha destaque com sua grande obra ‘*The Agaricales in Modern Taxonomy*’, na qual reorganizou e distinguiu 230 gêneros distribuídos em 17 famílias (Singer, 1986). Esta classificação é utilizada até hoje e serviu como base para os estudos de filogenia molecular que surgiram a partir da década de 90 do século passado (Moncalvo et al., 2000).

Contudo, ao contrário do que se acreditava anteriormente, estes estudos revelaram que a morfologia macroscópica não representa necessariamente uma sinapomorfia para os grupos e, assim, foi verificado que fungos agaricoides estão relacionados com alguns fungos clavarioides, gasteroides, poroides, ressupinados e secotioides (Hibbett et al., 2007; Matheny et al., 2006; Moncalvo et al., 2002).

No atual sistema de classificação Agaricales Underw. (Basidiomycota R.T. Moore) abriga 33 famílias, dentre elas Agaricaceae Chevall. (Kirk et al., 2008), que constitui um grupo monofilético de grande diversidade morfológica e ampla distribuição geográfica (Singer, 1986; Vellinga et al., 2011; Vellinga, 2004b). Esta família inclui táxons de hábito agaricoide, geralmente com anel e sem volva, mas também

compreende alguns táxons de hábito clavarioide, gasteroide, poroide e secotioide (Kirk et al., 2008; Matheny et al., 2006; Vellinga, 2004a).

Na classificação de Singer (1986), os táxons da família estão divididos nas tribos Agariceae Pat., Cystodermateae Singer, Lepioteae Fayod e Leucocoprineae Singer com base em caracteres morfológicos, como a cor da esporada, que pode ser escura (cor marrom, marrom-roxo ou sépia) ou clara (cor branca, creme, amarelada, lilás pálido, rosa alaranjado ou verde pálido), e a reação dos esporos em reagente de Melzer (inamiloides, amiloides ou dextrinoides) e azul de Cresyl (metacromáticos ou não).

A tribo Agariceae abriga os fungos agaricoides cuja esporada é de cor escura, os esporos são inamiloides a raramente dextrinoides em reagente de Melzer e não apresentam reação metacromática em azul de Cresyl. Pertencem à tribo Cystodermateae aqueles fungos que apresentam as mesmas reações em ambos reagentes mas cuja esporada é clara. Lepioteae inclui os cogumelos de esporada clara e cujos esporos são dextrinoides ou amiloides e não metacromáticos. Por último, os agaricoides de esporada branca e com reações dextrinoide ou amiloide e metacromática em seus esporos são incluídos na tribo Leucocoprineae (Singer, 1986).

Como um resquício das classificações anteriores, o grupo de fungos agaricoides que possui lamelas livres e esporada clara pertencentes à família Agaricaceae é conhecido tradicionalmente como *Lepiota* (Pers.) Gray s.l. (Johnson, 1999; Bon, 1993; Vellinga et al., 2011, Vellinga, 2003). 44 gêneros são incluídos neste grupo. Entre os gêneros mais conhecidos podemos citar *Chlorophyllum* Masee, *Cystolepiota* Singer, *Lepiota* s.s., *Leucoagaricus* Locq. ex Singer, *Leucocoprinus* Pat., *Macrolepiota* Singer e *Rugosospora* Heinem. (Bon, 1993; Vellinga et al., 2011; Vellinga, 2003).

Estudos de filogenia molecular confirmam a complexidade da família Agaricaceae, porém, geram questionamentos em relação aos caracteres morfológicos usados tradicionalmente para a classificação taxonômica, principalmente em nível genérico. Dentre os gêneros que apresentam a circunscrição mais incerta estão *Leucoagaricus* e *Leucocoprinus*. As espécies desses dois gêneros incluídas nas análises aparecem em um clado único em todas as hipóteses filogenéticas apresentadas (Johnson & Vilgalys, 1998; Johnson, 1999; Liang et al., 2010; Vellinga et al., 2011; Vellinga, 2004a).

A interpretação dos filogramas varia de acordo com os autores. Kirk et al. (2008) reconheceram *Leucoagaricus* como não monofilético,

Liang et al. (2010) se referiram ao grupo como polifilético, enquanto Vellinga (2004a), Vellinga e Davis (2006) e Vellinga et al. (2011) sugeriram a monofilia do clado *Leucoagaricus/Leucocoprinus*, *Leucoagaricus* consistindo em um gênero parafilético. No entanto, devido aos dados moleculares limitados (Liang et al., 2010), à baixa representatividade das espécies incluídas no grupo, sobretudo, das regiões tropicais, além das espécies cultivadas pelas formigas da tribo Attini (Ortiz et al., 2006; Vellinga & Davis, 2006), mudanças na delimitação destes gêneros seriam ainda prematuras. Sendo assim, a abordagem tradicional, baseada nas características morfológicas, é ainda a ferramenta mais utilizada para definir estes gêneros.

Estudos morfológicos detalhados dos espécimes já coletados pertencentes ao clado *Leucoagaricus/Leucocoprinus*, assim como um maior esforço amostral nas regiões tropicais e subtropicais, são os próximos passos na tentativa de se alcançar um melhor entendimento em nível genérico e específico. Nesse contexto, o trabalho desenvolvido por Urrea-Valencia (2013) teve como foco principal as espécies de *Leucocoprinus* coletadas em Santa Catarina. Como resultados foram apresentadas cinco espécies, além do estudo e discussão das relações dos fungos cultivados pelas formigas da tribo Attini com base em estudos moleculares. Embora os estudos com o clado já tenham iniciado, existe uma lacuna a ser preenchida quando levado em conta o conhecimento de *Leucoagaricus* para essas regiões.

### 1.1 ASPECTOS TAXONÔMICOS DE *Leucoagaricus*

*Leucoagaricus* Locq. ex Singer, Sydowia 2(1–6): 35 (1948)  
 =*Schulzeria* Bres. & *Schulzeria*, nuovo genere d'imenomiceti: 7 (1886)  
 =*Sericeomyces* Heinem., Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 48(3–4): 401 (1978)

*Leucoagaricus* foi introduzido pela primeira vez como subgênero de *Leucocoprinus* em 1943, mas o nome não foi validamente publicado por não ter diagnose em latim, de acordo com as Regras Internacionais de Nomenclatura Botânica vigentes (Harms, 1935). Singer (1948) elevou o táxon em nível genérico e validou o nome *Leucoagaricus*. Tomando como base o conceito morfológico o gênero abriga 90 espécies (Kirk et al., 2008). Entretanto, com a indefinição na delimitação destes gêneros devido à falta de suporte nas hipóteses filogenéticas existentes, autores como Bessette et al. (2007), Vellinga (2006; 2010) e Vellinga & Sundberg (2008) evitam novas combinações em *Leucoagaricus*. Dessa forma,

algumas espécies reconhecidas de *Leucoagaricus* permanecem sob o nome de *Lepiota*, como nos casos de *Lepiota besseyi* H. V. Sm. & N. S. Weber, *Lepiota roseolivida* Murrill (incluídas neste trabalho), *Lepiota castanescens* Murrill e *Lepiota decorata* Zeller, entre outras.

Embora as principais características para distinguir morfologicamente *Leucoagaricus* de outros gêneros sejam a margem do píleo inteira a finamente estriada e a ausência de pseudoparafises, algumas espécies de *Leucoagaricus* apresentam características intermediárias entre os gêneros *Leucocoprinus* e *Macrolepiota*, pertencentes também à tribo Leucocoprinae (Kumar & Manimohan, 2009; Vellinga, 2004a). As principais características morfológicas utilizadas para distinguir cada gênero são resumidas na tabela a seguir (Bon, 1993; Singer, 1986).

Tabela 1. Principais diferenças morfológicas entre os gêneros *Leucocoprinus*, *Leucoagaricus* e *Macrolepiota*.

<b>Caracteres</b>	<b><i>Leucocoprinus</i></b>	<b><i>Leucoagaricus</i></b>	<b><i>Macrolepiota</i></b>
Consistência do basidioma	Frágil	Variável	Robusto e de grande porte
Morfologia do anel	Membranáceo	Membranáceo	Duplo
Margem do píleo	Sulcado a pregueado	Inteira	Inteira
Pseudoparafises	Presentes	Ausentes	Ausentes
Fíbulas	Ausentes	Raras	Presentes (maioria)

As características macro e micromorfológicas de maior importância taxonômica para as espécies de *Leucoagaricus* são detalhadas na próxima seção com base na terminologia de Largent et al. (1977, 1986), Vellinga (2001a) e Vellinga & Noordeloos (2001).

A maioria das espécies cultivadas pelas formigas da tribo Attini são conhecidas somente pela fase assexual, sendo que a emissão do basidioma é inibida por compostos liberados pelas formigas (Mehdiabadi & Schultz, 2009; Mueller et al., 2001). Desta forma, não são tratados neste trabalho.



## 1.2 MORFOLOGIA DE *Leucoagaricus*

### 1.2.1 Macromorfologia

#### **Hábito**

Os espécimes de *Leucoagaricus* são solitários ou gregários, formando pequenos grupos, ocasionalmente cespitosos. Os espécimes deste gênero apresentam basidiomas de pequeno a médio porte, de hábito lepiotoide a pluteoide, que varia de muito frágil e fino a resistente e carnoso (Singer, 1986; Vellinga 2001b).

#### **Píleo**

O píleo pode variar de frágil a resistente de formato plano-côncavo, aplanado, plano-convexo a convexo, o centro pode ser depresso, subumbonado ou papilado. A superfície do píleo é seca, normalmente fibrilosa ou com pequenas esquamulas que se distribuem radialmente, tornando-se rimoso, podendo expor o contexto. Às vezes, em alguns espécimes, a superfície do píleo pode-se apresentar na forma de uma película que se desprende facilmente com o toque ou intemperismos. A coloração pode variar de branca a cores vibrantes a escuras ou opacas. A margem do píleo pode ser inteira, inflexa, involuta, reflexa ou excedendo a lamela, com estrias suaves, mas nunca pregueada (Bon, 1993; Vellinga, 2001b).

O contexto do píleo tem espessura variável, geralmente é branco, podendo reagir quando exposto ao ar, mudando de cor para amarelo pálido, vermelho, azul ou verde (Liang et al., 2010; Vellinga, 2006, 2010). A coloração do contexto do píleo em exsiccatas é também uma característica de importância taxonômica, principalmente em nível específico, pois este pode permanecer inalterado ou mudar para rosado, lilás acinzentado, azul, verde, marrom ou até preto quando desidratado e as cores podem persistir ou não, mesmo depois de anos, e serem visíveis em exsiccatas antigas (Liang et al., 2010; Vellinga et al., 2010; Vellinga, 2006, 2010).

#### **Lamelas**

As lamelas são usualmente brancas, livres, próximas, raramente formando um colar, delgadas, subventricosas a ventricosas. A margem é usualmente da mesma cor que o resto da lamela ou levemente translúcida, inteira a delicadamente serrilhada. Lamélulas de diferentes comprimentos geralmente estão presentes (Bon, 1993). As lamelas podem apresentar

reações a lesões, mudando de cor, tornando-se amareladas, vermelhas ou marrons. Esta reação pode desaparecer ou até intensificar-se depois do basidioma ser desidratado. Podem apresentar também reações ao vapor de amônia, mudando de cor para amarelo, vermelho ou verde (Vellinga, 2001b, 2010). A esporada pode ser branca ou creme (Singer, 1948, 1986).

### **Estipe**

O estipe é central, cilíndrico a subclavado ou bulboso na base. Superfície variável, na maioria das vezes fibriloso e brilhante, podendo ser opaco e floculoso, fistuloso e ocasionalmente frágil. Destaca-se do píleo com facilidade e pode apresentar micélio basal ou rizomorfias na base (Bon, 1993).

### **Véu parcial ou anel**

O anel depende da formação do véu parcial e da maneira como o píleo se separa do estipe. O anel é geralmente membranáceo e frágil, mas pode ser também evanescente, persistente ou móvel. O anel pode ser branco ou branco com a margem da mesma cor da superfície do píleo. A posição do anel pode variar em espécimes da mesma espécie, sendo súpero, ínfero ou central, ascendente ou descendente, às vezes móvel quando seco (Bon, 1993).

## **1.2.2 Micromorfologia**

### **Esporos**

Os esporos são geralmente brancos e hialinos, mas podem ser amarelados em algumas espécies. A forma varia de elipsoide a amplamente elipsoide em vista frontal e agmidaliforme a ovoide em vista lateral; podem ser agutulados, uni ou multigutulados; com apêndice hilar pequeno. A parede do esporo pode ser fina a espessa. O ápice do esporo pode ser obtuso, papilado ou, ocasionalmente, truncado e pode apresentar um poro germinativo, muitas vezes inconspícuo.

Os esporos dos espécimes de *Leucoagaricus* apresentam reação dextrinoide intensa em reagente de Melzer, tornando-se marrom avermelhados, porém, em algumas espécies, a reação pode estar presente apenas nos esporos maduros ou apresentar uma variação de tonalidades de vermelho a marrom avermelhado escuro (Singer, 1948, 1986).

Todos os esporos dos membros da tribo Leucocoprinae, da qual *Leucoagaricus* faz parte, apresentam reação metacromática na parede

interna e em alguns casos no poro germinativo, sendo esta, uma das características diagnósticas do gênero (Singer, 1948, 1986).

Os esporos de *Leucoagaricus* podem ainda ser congófilos e cianófilos, nos casos de apresentarem alta afinidade pelo vermelho Congo e pelo azul de algodão, respectivamente. Contudo, estas características não tem grande valor taxonômico (Singer, 1972; Vellinga, 2001b).

### **Himênio**

O himênio é formado pelos elementos férteis como basídios e esporos, e os elementos estéreis, como pseudoparáfises e cistídios, cujos formatos e distribuição ao longo da lamela ajudam a segregar espécies. Destes elementos, apenas as pseudoparáfises não estão presentes nas espécies de *Leucoagaricus* (Singer, 1948, 1986; Vellinga, 2001b).

Os basídios em *Leucoagaricus* são clavados, cilíndricos a utriformes, de parede delgada a levemente engrossada, sempre com septo simples, geralmente tetraesterigmados mas podendo apresentar também de um a três esterigmas (Singer, 1986; Vellinga, 2001b).

Os espécimes de *Leucoagaricus* podem apresentar pleurocistídios, localizados nas laterais das lamelas, ou queilocistídios, na aresta das lamelas. Os pleurocistídios podem ser oblongos, clavados, ventricosos a utriformes, com ou sem constrictões medianas, e ápice obtuso a rostrado, de parede geralmente delgada. Na sua maioria, os pleurocistídios são hialinos mas podem também apresentar pigmentos intracelulares de cor marrom amarelado, sempre com septo simples. Os queilocistídios são geralmente abundantes, tornando a aresta da lamela estéril. Podem ser oblongos, elipsoides, esferopedunculados, cilíndricos, clavados, lageniformes, ventricosos, utriformes, moniliformes a versiformes, de ápice obtuso, rostrado, verrucoso ou com uma excrescência moniliforme, de parede usualmente delgada, hialinos ou com pigmentos parietais e/ou intracelulares de cor amarela a marrom, com septo simples na base (Singer, 1986; Vellinga, 2001b). Podem apresentar cristais solúveis em compostos alcalinos, por exemplo, o hidróxido de potássio (KOH) (Vellinga, 2001b).

### **Sub-himênio e trama da lamela**

Sob o himênio, a organização das hifas no sub-himênio e na trama da lamela também são importantes para separar grupos próximos. O subhimênio é geralmente pseudoparenquimatoso, formado por hifas curtas, por vezes com aparência de quebra-cabeças. A trama da lamela

pode variar de regular, irregular, trabecular ou lacunar, mas nunca divergente, inversa ou mucilagínosa (Singer, 1986).

### **Superfície do píleo**

A superfície do píleo é uma das características mais importantes para distinguir as espécies de *Leucoagaricus* (Bon, 1993; Singer, 1986; Vellinga, 2001b). A superfície do píleo pode ser formada por hifas cilíndricas ou articuladas, com septo simples, ramificadas ou não, com ou sem pigmentação parietal e/ou intracelular. Apresentam coloração variável, às vezes com incrustações na parede interna, ocasionalmente com mucilagem. As terminações hifais podem apresentar ou não modificações no comprimento, largura e formato, sendo denominadas pileocistídios quando modificadas. De acordo com a disposição, espessura e coloração das hifas, podem-se distinguir de uma a três camadas (Bon, 1993; Vellinga, 2001b).

Segundo a organização das hifas, a superfície do píleo em *Leucoagaricus* pode ser tricodérmica, tricodérmica paliçada, himeniforme ou formada por hifas prostradas dispostas radialmente e com alguns elementos que se projetam para cima (Bon, 1993; Vellinga, 2001b).

O contexto do píleo é geralmente formado por hifas infladas, curtas, geralmente ramificadas, muitas vezes anastomosadas, hialinas, regulares a sub-regulares, radialmente dispostas, e ocasionalmente podendo apresentar hifas oleíferas de conteúdo hialino a amarelo pálido e translúcido (Vellinga, 2001b).

### **Superfície do estipe**

A microestrutura do estipe possui pouco valor taxonômico para os lepiotáceos. A superfície geralmente é formada por hifas hialinas, amareladas ou com pigmentos intracelulares mais escuros, cilíndricas, ramificadas, de septo simples, paralelamente dispostas, regulares a sub-regulares e, em algumas ocasiões, tricodérmica. O contexto é formado por hifas levemente infladas, ramificadas, às vezes anastomosadas, com septo simples, paralelamente dispostas, regulares a sub-regulares (Bon, 1993). Hifas oleíferas podem estar presentes (Vellinga, 2001b).

### **Microestrutura do anel**

O anel é comumente formado por hifas cilíndricas, ramificadas, irregulares. A margem pode apresentar hifas similares às encontradas na superfície do píleo (Vellinga, 2001b).

### **Fíbulas**

As fíbulas estão ausentes em todos os tecidos na maioria das espécies, quando presentes são esparsas e raras, observadas apenas no contexto do píleo ou contexto do estipe (Bon, 1993; Singer, 1948, 1986; Vellinga, 2001b).

### 1.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Leucoagaricus*

Os membros de Agaricaceae possuem ampla distribuição geográfica, no entanto a maior parte dos estudos sobre o grupo *Lepiota* s.l. está concentrada no Hemisfério Norte, especialmente na Europa, sendo que em outras áreas do planeta os táxons da família são pouco conhecidos e amostrados. Vellinga (2004a) realizou uma revisão sobre a ecologia e distribuição dos fungos lepiotáceos. Com base nela é possível destacar alguns aspectos ecológicos acerca de *Leucoagaricus* e o grupo em geral.

Os lepiotáceos, assim como a maioria dos membros de Agaricaceae, são saprotróficos. Desta forma, desempenham um papel ecológico importante degradando matéria orgânica em decomposição. Eles ocupam principalmente as camadas superficiais do solo ricas em matéria orgânica e ocasionalmente podem colonizar pequenos fragmentos vegetais em estágio inicial de decomposição (Vellinga, 2004a).

O metabolismo e a preferência nutricional de *Leucoagaricus* são pouco conhecidos (Vellinga, 2004a). Siqueira et al. (1998) realizaram uma série de experimentos utilizando culturas de *Leucoagaricus gongylophorus* (Möller) Singer e constataram que este fungo tem a capacidade de assimilar todos os polissacarídeos presentes nas plantas como fonte de carbono. Com base neste estudo e na distribuição disjunta de alguns táxons, acredita-se que *Leucoagaricus* possa ser generalista enquanto ao seu substrato (Vellinga, 2004a).

Os fatores limitantes para colonização e/ou formação dos basidiomas de *Leucoagaricus* também são pouco conhecidos. Porém, a ausência de espécimes deste gênero em grandes altitudes pode ser devido à escassez de nutrientes e à baixa temperatura. Outro fator importante é o pH, pois solos ricos em matéria orgânica, porém ácidos, são evitados por estes fungos (Vellinga, 2004a).

Um grande número de táxons pertencentes a *Lepiota* s.l. pode ser encontrado em conjunto, predominantemente em pequenas áreas sombreadas e úmidas (Laessøe et al., 1996; Vellinga, 2004a). Enquanto

apenas algumas espécies podem ocorrer em locais abertos e gramados, como é o caso de *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser e *Leucoagaricus barssii* (Zeller) Vellinga (Vellinga, 2004a).

A micofagia neste grupo é comum, sendo que os basidiomas dos lepiotáceos servem de alimento para vários insetos (Vellinga, 2004a). Enquanto a porção assexuada de *Leucoagaricus* e *Leucocoprinus*, como no caso das espécies *L. gongylophorus* e *Leucoagaricus weberi* J.J. Muchovej et al. são cultivados pelas formigas cortadeiras da tribo Attini, que dependem nutricionalmente dos cultivares dos jardins de fungos em seus ninhos (Bailey, 1920; Fisher et al., 1994; Spielmann & Putzke, 1998; Mueller et al., 2001).

#### 1.4 DISTRIBUIÇÃO DE *Leucoagaricus*

Dentre os fungos saprotróficos do solo, *Leucoagaricus* é um dos gêneros mais representativos nas regiões tropicais e subtropicais, sendo que a diversidade de espécies diminui em direção às regiões temperadas (Singer, 1986; Vellinga, 2004a).

Laessøe et al. (1996) expressaram sua surpresa pela grande quantidade de lepiotáceos encontrados em florestas tropicais na região de Guinéa-Congo mas ressaltaram também que o número de táxons identificados é muito inferior quando comparado com outras regiões como Europa. Estes autores atribuíram este fato à história micológica destes locais, pois o conhecimento de fungos na Europa é mais antigo do que na África, onde coletas pontuais com vários anos de intervalos foram realizadas principalmente por micólogos estrangeiros. Assim, muitos materiais foram levados para a Europa mas devido à fragilidade e dificuldade de preservação dos lepiotáceos, muitos foram perdidos (Laessøe et al., 1996).

##### 1.3.3 Distribuição no Brasil

Com relação ao conhecimento das espécies de *Leucoagaricus* no país, um total de 16 espécies do gênero foram registradas (Tabela 2).

Tabela 2. Lista de espécies de *Leucoagaricus* registradas no Brasil.

<b>Nome da espécie</b>	<b>Estado</b>	<b>Bioma</b>	<b>Referência</b>
<i>Leucoagaricus americanus</i> (Peck) Vellinga	PB	Caatinga	Neves et al., 2013
<i>Leucoagaricus badhamii</i> (Berk. & Broome) Singer	RS	Mata Atlântica	Rick, 1961
<i>Leucoagaricus barssii</i> (Zeller) Vellinga	MG	Mata Atlântica	Rosa & Capelari, 2009
<i>Leucoagaricus confusus</i> (Rick) Singer	RS	Mata Atlântica	Rick, 1961
<i>Leucoagaricus erythrellus</i> (Speg.) Singer	PR	Mata Atlântica	Meijer, 2006
<i>Leucoagaricus gongylophorus</i> (Möller) Singer	SC	Mata Atlântica	Heim, 1957
	RS		Spielmann & Putzke, 1998
	SP		Pagnocca, 2001
<i>Leucoagaricus leucothites</i> (Vittad.) Wasser	RS	Mata Atlântica	Rick, 1961
	SP		Grandi et al., 1984
	PR		Meijer, 2006
<i>Leucoagaricus lilaceus</i> Singer	RS	Mata Atlântica	Rother & Silveira, 2008
<i>Leucoagaricus meleagris</i> (Sowerby) Singer	RS	Mata Atlântica	Rick, 1961
<i>Leucoagaricus nympharum</i> (Kalchbr.) Bon	RS	Mata Atlântica	Rick, 1961
<i>Leucoagaricus olivaceomamillatus</i> (Rick) Singer	RS	Mata Atlântica	Rick, 1961
<i>Leucoagaricus rickianus</i> (Speg.) Singer	RS	Mata Atlântica	Rick, 1961
<i>Leucoagaricus rubrotinctus</i> (Peck) Singer	RS	Mata Atlântica	Rother & Silveira, 2008
<i>Leucoagaricus serenus</i> (Fr.) Bon & Boiffard	RS	Mata Atlântica	Rother & Silveira, 2008
<i>Leucoagaricus sulphurellus</i> (Pegler) B.P. Akers	SP	Mata Atlântica	Pegler, 1997
	PE		Wartchow et al., 2008
	MG		Rosa & Capelari, 2009
<i>Leucoagaricus tricolor</i> Singer	AM	Amazônia	Singer, 1989

Rick (1961) registrou um total de 7 espécies de *Leucoagaricus* no Rio Grande do Sul. Posteriormente, Heim (1957) propõe *L. gongylophorus* a partir de coleções realizadas em Santa Catarina. Esta espécie foi novamente registrada para o Rio Grande do Sul por Spielmann & Putzke (1998), e para São Paulo por Pagnocca (2001). *L. sulphurellus* foi registrado para o estado de São Paulo (Pegler, 1997), Pernambuco (Wartchow et al., 2008), e Minas Gerais (Rosa & Capelari, 2009). Entre os trabalhos mais recentes podemos citar Meijer (2006), que cita duas espécies para o estado do Paraná. Rother & Silveira (2008) realizaram um levantamento de espécies de Agaricaceae no Rio Grande do Sul e registraram três espécies. Rosa & Capelari (2009) encontraram *L. barssii* em Minas Gerais.

Ainda, Singer (1989) descreveu *L. tricolor*, um novo táxon para a ciência coletado no Amazonas e *L. americanus* foi coletado recentemente na região semiárida do Brasil na Paraíba (Magnago et al., 2013).

A lista de espécies da flora do Brasil (Capelari et al., 2015) citou também 16 espécies de *Leucoagaricus*, no entanto, não correspondem inteiramente às espécies levantadas neste trabalho. Capelari et al. (2015) consideraram *Leucoagaricus viridiflavoides* B.P. Akers & Angels mas esta espécie foi combinada recentemente para *Leucocoprinus viridiflavoides* (B.P. Akers & Angels) E. Ludw., enquanto *L. tricolor* não foi citada. *L. americanus* foi relacionada ao bioma Mata Atlântica e não à Caatinga. A lista considera também vouchers não incluídos em publicações.

Embora a maioria das espécies de *Leucoagaricus* foram registradas no Bioma Mata Atlântica em estudos concentrados na região Sul do Brasil, muitas áreas permanecem subamostradas. Também existem ainda muitas dúvidas em torno deste gênero relacionadas à sua circunscrição e diversidade, o que reforça a necessidade de estudos adicionais.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho é ampliar o conhecimento da diversidade de *Leucoagaricus* na Região Sul do Brasil, através de uma abordagem taxonômica usando como premissa as características morfológicas segundo Singer (1986).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar o estudo taxonômico dos espécimes de *Leucoagaricus* coletados durante o desenvolvimento deste trabalho.
- Identificar em nível específico os espécimes de *Leucoagaricus* coletados.
- Registrar as novas ocorrências de *Leucoagaricus* no Brasil.
- Realizar uma revisão de materiais de herbários FLOR, HUA, ICN, INPA, MBM, PACA e RB, tombados sob o nome de *Leucoagaricus*.



### 3 MÉTODOS

O estudo taxonômico dos espécimes de *Leucoagaricus* tratados neste trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Micologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina (MICOLAB). As coletas, descrições macro e microscópicas e identificação são detalhadas a seguir. As abreviaturas *L.* é usado para *Lepiota* e *La.* para *Leucoagaricus*. Para fins de comparação foram estudados espécimes de diferentes herbários: PACA (Coleção *Fungi Rickiani*), FLOR, HUA, ICN, INPA, MBM e RB. Os acrônimos seguem o *Index Herbariorum* (Thiers, continuously updated).

#### 3.1 COLETAS

As coletas foram realizadas de forma arbitrária em diferentes ecossistemas da Mata Atlântica do sul do Brasil: em florestas ombrófila densa, ombrófila mista, estacional semidecidual e restinga de acordo. A definição da fitofisionomia seguiu CONAMA (1993) e IBGE (2012).

Foram coletados para este projeto os espécimes com margem do píleo inteira, superfície do píleo seca, fibrilosa ou com pequenas esquamulas que se abrem radialmente e que apresentam anel membranáceo (Singer, 1986). A coleta, descrição macroscópica, desidratação e armazenamento dos basidiomas seguiu os procedimentos descritos por Lodge et al. (2004). Uma vez reconhecidos como pertencentes ao gênero, os basidiomas foram fotografados no local para capturar a maior quantidade de informações do ambiente e características que são perdidas com a desidratação. Em seguida, os basidiomas foram retirados do substrato com ajuda de um canivete para evitar danos e perda de estruturas e foram acondicionados em uma caixa plástica compartimentalizada.

#### 3.2 DESCRIÇÕES MACRO E MICROMORFOLÓGICAS

A descrição macromorfológica dos materiais foi realizada em laboratório imediatamente após a coleta. Foram registrados dados da coleta, como local, data e coletores. A descrição macroscópica dos basidiomas frescos e provenientes de coleções de herbários incluiu as dimensões do píleo, estipe, contexto e lamelas. A determinação das cores das diferentes estruturas foi realizada usando o *Online Auction Color*

*Chart* (Kramer, 2004). A ornamentação e outros detalhes da superfície do píleo, estipe e anel, assim como forma do píleo, himenóforo, estipe, base do estipe e anel foram descritos de acordo com Largent et al. (1986) e Lodge et al. (2004). Os espécimes foram desidratados em uma secadora de frutas elétrica com circulação de ar e temperatura entre 35 e 40°C. Após a desidratação os espécimes foram armazenados em sacos plásticos com fecho junto com o número do coletor, local e data.

A descrição microscópica foi realizada com auxílio de microscópio de luz seguindo os métodos de Largent et al. (1977), Vellinga (2001a) e Vellinga & Noordeloos (2001). Foram realizados cortes a mão livre dos basidiomas (superfície e contexto do píleo e estipe, lamelas e anel). Os cortes foram montados com água, KOH 3%, vermelho Congo, Melzer ou azul de Cresyl. A observação e medida de microestruturas (n=20 de cada microestrutura por cada basidioma) foram realizadas com ocular micrometrada no aumento de 1000×. Foram observadas as características dos esporos, basídios, cistídios e hifas, tanto do contexto e superfície do píleo e estipe como da trama da lamela. Para os basidiósporos o quociente entre o comprimento e a largura (Q) foi usado para definir a forma seguindo a correlação de Largent et al (1977) e Vellinga & Noordeloos (2001). Após a descrição e identificação, os espécimes foram levados ao congelador por sete dias antes de serem cadastrados e tombados no herbário FLOR.

## 4 RESULTADOS

Durante o Período deste trabalho foram analisados 75 espécimes de *Lepiota* s.l., 91 foram determinados como *Leucoagaricus* spp. e 21 foram identificados em nível específico, correspondendo a 10 táxons. A lista dos táxons identificados, número de coletor e o ecossistema são listados na Tabela 3. A descrição morfológica, taxonomia, distribuição e discussão destes táxons são apresentados no Capítulo I no formato de artigo científico a ser submetido para publicação na revista *Phytotaxa*.

Tabela 3. Táxons estudados durante o período de trabalho

<b>Táxon</b>	<b>Nº de coletor</b>	<b>Ecossistema</b>
<i>Leucoagaricus aurantiacus</i> Heinem.	CHC077, CHC203b	Mata ombrófila densa
<i>Leucoagaricus brunneocingulatus</i> (P. D. Orton) Bon	CHC210, CHC212	Mata ombrófila densa
<i>Leucoagaricus caerulescens</i> (Peck) J. F. Liang et al.	CHC134	Mata ombrófila densa
<i>Leucoagaricus georginae</i> (W. G. Sm.) Candusso	ACM833, CHC100, CHC237	Mata ombrófila densa, e mata ombrófila mista
<i>Leucoagaricus glabridiscus</i> (Sundb.) Wuilb.	FTF110, FTF112, SUV71, MAN908	Mata ombrófila densa, e mata ombrófila mista
<i>Leucoagaricus goossensiae</i> (Beeli) Heinem.	CHC203a, CHC213, MAN882	Mata ombrófila densa
<i>Leucoagaricus griseus</i> Heinem.	ACM657, ACM658	Restinga
“ <i>Leucoagaricus melanotrichus</i> f. <i>citrifolius</i> ” Courtec.	FTF35	Mata ombrófila densa
<i>Lepiota besseyi</i> H. V. Sm. & N. S. Weber	CHC218, CHC242	Mata ombrófila densa e em área aberta
<i>Lepiota roseolivida</i> Murrill	CHC069	Mata ombrófila densa (nebulosa)

Legenda: A. C. Magnago (ACM), C. Heisecke (CHC), F. T. F. Linhares (FTF), M. A. Neves (MAN)



## 4.1 CAPÍTULO I

**Additions to knowledge of *Leucoagaricus* (Agaricaceae) from  
southern Brazil**

CELESTE HEISECKE & MARIA ALICE NEVES

\*Artigo a ser submetido para publicação na revista *Phytotaxa*.





## Additions to knowledge of *Leucoagaricus* (Agaricaceae) from southern Brazil

CELESTE HEISECKE<sup>1\*</sup> & MARIA ALICE NEVES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. 88040-900 Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

\*celeste.heisecke@gmail.com

**Abstract** – *Leucoagaricus aurantiacus*, *La. brunneocingulatus*, *La. caerulescens*, *La. georginae*, *La. glabridiscus*, *La. goossensiae*, *La. griseus*, “*La. melanotrichus* f. *citrifolius*”, *L. besseyi* and *L. roseolivida* are recorded for the first time from Brazil. The specimens were collected in subtropical Atlantic Forest in Southern Brazil. Photographs of basidiomes and microscopic illustrations are presented for some species.

**Key words** – Agaricales. *Lepiota* s.l. Taxonomy.

### Introduction

Species of *Leucoagaricus* Locq. ex Singer are among the most representative saprotrophic mushrooms that colonize soil in tropical and subtropical forests, and one of the main decomposers of organic matter in these environments (Vellinga 2004). Ninety species are known (Kirk *et al.* 2008) and are characterized by entire or slightly striate but not plicate pileus margin, free lamellae and absence of clamp connections and pseudoparaphyses (Singer 1948, 1986).

Sixteen species of *Leucoagaricus* have been reported from Brazil (Heim 1957, Rick 1961, Singer 1989, Pegler 1997, Spielmann and Putzke 1998, Pagnocca *et al.* 2001, Meijer 2006, Rosa and Capelari 2009, Rother and Silveira 2008, Wartchow *et al.* 2008, Magnago *et al.* 2013). However, some regions are still understudied and there has never been a work dedicated exclusively to study the diversity of *Leucoagaricus* in Brazil.

The goal of this article is to contribute to the knowledge about the diversity, distribution and taxonomy of *Leucoagaricus* from the subtropical Atlantic Forest in Southern Brazil.

*Lepiota besseyi* and *L. roseolivida* are also treated here. Morphologically, these species belong to *Leucoagaricus*, but are maintained provisionally in the genus *Lepiota* to avoid changing to names

that could become synonyms, until more molecular information is collected.

## Materials and Methods

Most of the collections included in this work are from subtropical Atlantic Forest in Southern Brazil, but additional collections from tropical Atlantic Forest and the Amazon were studied as well.

Macroscopic characters were noted from fresh material following Lodge *et al.* (2004). Color annotations in the macroscopical description are according to Krammer (2004) and are indicated by an 'OAC' followed by the color number. Microscopic studies were based on dried material, and observations were made on slides mounted with water, 3% KOH, 3% KOH plus Congo red, Cresyl blue and Melzer's reagent (Largent 1977, Singer 1986). At least 20 microstructures of each type were measured for each collection. Terminology is according to Largent *et al.* (1977), Vellinga (2001a) and Vellinga & Noordeloos (2001). The abbreviations *L.* is used for *Lepiota* and *La.* for *Leucoagaricus*. Q indicates the range of the quotient of length and width of the basidiospores (Largent *et al.* 1977, Vellinga 2001a). Climatic regions are according to Alvarez *et al.* (2013) and the vegetation types are based on CONAMA (1993) and IBGE (2012).

Materials were deposited at the FLOR Herbarium, except where otherwise noted. Herbarium abbreviations follow Thiers (continuously updated).

## Taxonomy

*Leucoagaricus aurantiacus* Heinem. in Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 43(1–2): 10 (1973)      Figure 1, 11A

= *Lepiota aurantiaca* Beeli in Bull. Soc. R. Bot. Belg. 64: 213 (1932)

Pileus 15–23 mm diameter, applanate, subumbonate, fibrillose-squamulose, entire at the center, light brown (OAC666) and then brownish orange (OAC630), reddish orange (OAC672), to pastel red (OAC631, OAC632), margin entire to slightly striate, straight, context 1 mm broad, white without change when bruised. Lamellae 2–3 mm broad, free, close, ventricose, white without change when bruised, margin serrulate, white. Stipe 30–35×2–3 mm, central, cylindrical, surface

glabrous, white, fistulose, context less than 1 mm broad, white without change when bruised, basal mycelia present. Annulus superior, membranous, fragile, ascending, completely white.

Basidiospores 5–7×3–4 µm (Q = 1.57), ellipsoid, uniguttulate, hyaline in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophyous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 17–21×7–10 µm, clavate, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 30–45×7–13 µm, ellipsoid to clavate. Pleurocystidia absent. Pileus covering irregular trichoderm, made up of upright, articulated hyphae, orange brown in water, lighter in KOH, parietal pigments present, terminal elements 23–39×5–15 µm, not differentiated. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary on rain forest (Heinemann 1973).

Distribution – Congo (Heinemann 1973). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Urubici, Parque Nacional São Joaquim, Morro da Igreja (lat.: -28.107222, long.: -49.506944), 16/II/2013, *C. Heisecke* 077 (FLOR0056042); Águas Mornas, Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio Portal (lat.: -27.651389, long.: -48.929786), 17/XII/2013, *C. Heisecke* 203b (FLOR0056043).

Comments – *Leucoagaricus aurantiacus* has a unique combination of characters that distinguishes it from other reddish orange species: the orange tone of the pileus, the pileus covering lacking a gelatinous layer and the basidiospores with obtuse apex. Macromorphologically, *Leucoagaricus goossensiae* (Beeli) Heinem. is resembled but differs on the darker pileus, and the papillate basidiospores (Beeli 1936, Heinemann 1973).

*Lepiota aurantiaca* Beeli is a synonym of *Leucoagaricus aurantiacus*. However, *Lepiota aurantiaca* Velen. from Czech Republic and *Lepiota aurantiaca* Henn. from Indonesia are not recognized as synonyms according to Heinemann (1973) and Vellinga (2009).

This species was known from tropical Africa (Heinemann 1973) and this is the first record from South America in the subtropical region.

***Leucoagaricus brunneocingulatus*** (P. D. Orton) Bon in Doc. Mycol. 6(24): 44 (1976)      Figure 2, 11B

= *Lepiota brunneocingulata* P. D. Orton in Trans. Br. Mycol. Soc. 43(2): 282 (1960)

Pileus 20–30 mm diameter, wavy plano-concave to convex, surface fibrillose with small, dark brown (OAC639) fibrils that begin at the center and spread radially through the margin in a white background, margin entire, straight, context 1 mm broad, white without change when bruised. Lamellae 5 mm broad, free, close, ventricose, white without change when bruised, margin entire to slight serrulate, white. Stipe 25–45×3 mm, central, cylindrical, bulbous base, surface fibrillose, shine white, fistulose, context less than 1 mm broad, white without change when bruised, basal mycelia present. Annulus superior to central, membranous, fragile, ascending, completely white.

Basidiospores 6–8×4–5 μm ( $Q = 1.72$ ), narrowly ellipsoid, hyaline in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 18–25×6–8 μm, clavate, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 27–35×9–12 μm, clavate. Pleurocystidia absent. Pileus covering trichodermal palisade made up of upright hyphae, light brown in water, lighter to hyaline in KOH, parietal pigmentation present, guttulate, inner wall hardly encrusted, terminal elements 15–36×4–10 μm, more or less differentiated, subventricose, often short and tapering through the apex. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary. On rain forest soil.

Distribution – Italy and United Kingdom (Vellinga and Balsley 2010). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Florianópolis, Parque Municipal Lagoa do Peri (lat.: -27.750278, long.: -48.525000), 08/1/2014, *C. Heisecke* 210 (FLOR0056041), 212 (FLOR0056044).

Comments – *Leucoagaricus brunneocingulatus* is characterized by the brown fibrillose pileus surface and pileus covering made up of upright hardly encrusted hyphae. Others brown fibrillose-squamulose *Leucoagaricus* are similar, like *Leucoagaricus tener* (P.D. Orton) Bon and *Leucoagaricus dacrytus* Vellinga exude golden drops over its surface, *Leucoagaricus brunneosquamulosus* P. Mohr & Dähncke has basidiospores with a germ pore, and *Leucoagaricus infuscatus* Vellinga pileus covering is formed by repent hyphae and has narrowly clavate cheilocystidia (Bon 1993, Vellinga and Balsley 2010).

Additional information about the habitat and distribution of this species was not found so far.

***Leucoagaricus caerulescens*** (Peck) J. F. Liang, Zhu L. Yang & Xu in *Mycologia* 102(5): 1147 (2010) Figure 3

= *Lepiota coerulescens* Peck in Bull. Torrey Bot. Club 26: 63 (1899)  
 = *Lepiota virescens* (Speg.) Morgan in J. Mycol. 12(6): 245 (1906)  
 = *Lepiota erythrella* subsp. *virescens* Speg. in Anal. Mus. Nac. Hist. Nat. B. Aires 6: 95 (1898) [1899]

Pileus 47 mm diameter, applanate, subumbonate, surface granulose-fibrillose, light brown (OAC701) at the center becoming brownish orange (OAC728) to orange-white (OAC697) through the margin, margin entire to eroded, reflexed, context 2 mm broad, white turning light blue when exposed. Lamellae 4 mm broad, free, close, ventricose, white without change when bruised, margin slight serrulate, white. Stipe 42×4 mm, central, tapering upwards, bulbous base, surface glabrous, white, fistulous, context turning light blue when exposed and dried, basal mycelia present. Annulus superior, persistent, mobile when dry, descending, completely white. The light blue color does not persist in the dehydrated collections.

Basidiospores 6–8×4 μm (Q = 1.76), narrowly ellipsoid, hyaline in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 22–27×6–9 μm, clavate to utriform, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 25–35×7–16 μm, clavate to broadly clavate. Pleurocystidia absent. Pileus covering trichodermal palisade made up of upright, articulated hyphae, light yellowish brown in water and KOH, parietal pigmentation present, inner wall softly encrusted, terminal elements 25–48×8–10 μm. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary to caespitose (Spegazzini 1899), on rain forest soil.

Distribution – United States of America (Peck 1899) and Argentina (Spegazzini 1899, Niveiro and Albertó 2013). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Florianópolis, Área de Proteção Permanente Morro da Lagoa da Conceição (lat.: -27.584167, long.: -48.478056), 9/IV/2013, *C. Heisecke* 134 (FLOR0056045).

Comments – This species is characterized by the clavate to broadly clavate cheilocystidia and by the white context that turns light blue when exposed. The blue discoloration is lost in dried specimen (Liang *et al.* 2010).

Others lepiotaceous mushrooms with white context and bluish reaction may be similar, such as *Leucoagaricus atrozus* J.F. Liang, *et al.*, *Leucoagaricus viriditinctus* (Berk. and Broome) J.F. Liang *et al.*, *Lepiota cyanescens* Beeli, and *Lepiota virescens* Pat. However, *La.*

*atroazureus* and *La. viriditinctus* stain dark blue with bruising and the color persists in the dried specimens (Liang *et al.* 2010). *Lepiota cyanescens* has larger basidiospores (Beeli 1936), and *L. virescens* has brown pulverulent squamules on the pileus.

Information about the type of vegetation where *La. caerulescens* was collected in the U.S.A. and Argentina is not recorded on the collection labels. This species is known from North America and South America and it has been collected only three times.

***Leucoagaricus georginae*** (W. G. Sm.) Candusso in Riv. Micol. 33(1): 10 (1990) Figure 4, 11C

= *Agaricus georginae* W. G. Sm. in J. Bot., Lond. 9: 1 (1871)

= *Lepiota georginae* (W. G. Sm.) Sacc. in Syll. fung. (Abellini) 5: 71 (1887)

= *Leucocoprinus georginae* (W. G. Sm.) Wasser in Agarikovye Griby SSSR (Kiev): 108 (1985)

Pileus 20–30 mm diameter, plano-convex to convex, subumbonate, surface velvety, granulose-fibrillose to fibrillose glittering scales, reddish brown (OAC524, OAC504), and darker at the center, margin entire to softly striate, straight, exceeding lamellae, context 2 mm broad, changing rapidly to reddish orange. Lamellae 3 mm broad, free, subventricose, white to yellowish white, yellowish orange with bruising, margin eroded, white. Stipe 25–40×3 mm, central, cylindrical, glabrous, white rapidly change to orange-red to red with any touch, fistulose, context less than 1 mm broad, changing rapidly to reddish orange. Annulus superior, membranous, persistent, descending, white. Blackish in herbarium collection.

Basidiospores 6–7×4 μm (Q = 1.67), narrowly ellipsoid, yellowish in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 16–23×6–8 μm, clavate to utriform, 4-spored. Lamelae edge sterile. Cheilocystidia 29–47×6–7 μm, flexuose, moniliform to subventricose becoming moniliform towards the apex, often subcapitate. Pleurocystidia absent. Pileus covering trichodermal palisade, made up of upright, articulated hyphae, inner wall softly encrusted, with citoplasmatic dark brown pigments visible in water, and with parietal grayish brown pigments in KOH, terminal elements 22–54×7–13, not differentiated, sometimes tapering toward the apex. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary to gregarious. On soil in several vegetation types, such as greenhouses, grass, clay, deciduous and coniferous forest (Rodríguez *et al.*, 2014; Vellinga, 2001b). On rain forest and mixed rain forest soil.

Distribution – Algeria, Austria, Belgium, France, Germany, Hungary, Italy, the Netherlands, Slovenia, Spain, United States of America, Ukraine, United Kingdom (Rodríguez *et al.* 2014, Vellinga 2001b, 2010). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Tubarão, Fazenda Lunardi (lat.: -28.517500, long.: -48.983333), 18/II/2013, *C. Heisecke* 100 (FLOR0056046); Florianópolis, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Naufragados (lat.: -27.830556, long.: -48.558611), 28/II/2014, *C. Heisecke* 237 (FLOR0056047); Área de Proteção Permanente Morro da Lagoa da Conceição (lat.: -27.584167, long.: -48.478056), 20/III/2014, *A. C. Magnago* 833 (FLOR0056048).

Comments – This species is recognized by the fast staining reaction when bruised, the glittering appearance of the pileus, the shape of the cheilocystidia and the basidiospores without a germ pore (Vellinga 2001b). *Leucoagaricus georginae* is characterized also by the green reaction with ammonia (Vellinga 2001b, 2010), however, this test was not performed in our specimens.

The red staining reaction when bruised and green reaction with ammonia placed *La. georginae* in sect. *Piloselli* Singer (Singer 1986, Bon 1993, Vellinga 2001b, 2010). This section also comprise species with red staining reaction when bruised but turn red in ammonia (Vellinga 2010).

Some *Piloselli* species as *Leucoagaricus flammeotincta* Kauffman, *Leucoagaricus flameotinctoides* Vellinga, *Leucoagaricus pyrrohulus* Vellinga and *Leucoagaricus pyrrophaeus* Vellinga have similar reactions combined with the basidiospores without germ pore, but the pileus covering is made up of repent hyphae, while the pileus covering of *Leucoagaricus fuliginescens* Murrill is made up of elongate elements (Vellinga 2001b, 2010).

*Leucoagaricus georginae* is known from Europe, Africa and North America and was collected in several types of vegetation (Rodríguez *et al.* 2014, Vellinga 2001b). This is the first collection from South America, also in two different types of vegetation, suggesting the plasticity of this species to colonize substrates from different plant species.

***Leucoagaricus glabridiscus* (Sundb.) Wuilb.** in Doc. Mycol. 17(65): 46 (1986) Figure 5, 11D

= *Lepiota glabridisca* Sundb. in Mycotaxon 8(2): 447 (1979)

Pileus 20–25 mm diameter, applanate to plano-convex, surface entire at the center, fibrillose to rimose through the margin, center dark reddish brown (OAC523), reddish brown (OAC656, OAC663) fibrils opening radially, in pastel red (OAC618), reddish white (OAC619) to white background, margin entire to rimose, straight to exceeding lamellae, occasionally appendiculate, context 1–2 mm broad, white without change when bruised. Lamellae 3 mm broad, subventricose to ventricose, margin entire to softly serrulate, white. Stipe 30–45×2–3 mm, central, cylindrical, surface fibrillose, shine white, fistulous, context less than 1 mm broad, white without change when bruised, dense basal mycelia present. Annulus superior to central, membranous, fragile, ascending, white, margin reddish brown.

Basidiospores 7–9×3–4 μm (Q = 1.91), narrowly ellipsoid, amigdaliform in side view, with an apical papilla, uniguttulate, hyaline in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 16–23×6–8 μm, clavate, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 30–40×7–10 μm, clavate to slight utriform, occasionally with crystals soluble in KOH. Pleurocystidia absent. Pileus covering 2-layered; the upper layer gelatinous, loose, irregular, hyaline in water and KOH, made up of thin, cylindrical hyphae with lanceolate terminal elements 57–115×6–11 μm, absents in the center; the lower layer irregular, arachnoid, dark brown to red brown in water, paler, orange brown in KOH. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary to gregarious (Smith and Sundberg 1979). On rain forest and mixed rain forest soil.

Distribution – United States of America (Smith and Sundberg 1979) and India (Farook *et al.* 2013). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Parque Nacional Tijuca (lat.: -22.946389, long.: -43.286111), 30.XI.2011, *M. A. Neves* 908 (RB524966; collection lost by contamination); Santa Catarina, Florianópolis, Área de Proteção Permanente Morro da Lagoa da Conceição (lat.: -27.584167, long.: -48.478056), 19.XII.2012, *S. Urrea-Valencia* 71 (FLOR0051071); Paraná, Curitiba, Parque Barigui (lat.: -25.428611, long.: -49.309167), 26.I.2014, *F. T. F. Linhares* 110 (FLOR0056049); *ibidem*, 28.I.2014, *F. T. F. Linhares* 112 (FLOR0056050).



Comments – The reddish color and gelatinous pileus covering place this species in the Rubrotinti section within *La. rubrotinctus*. However, *La. glabridiscus* is distinguished from the other species of this section by the two layered pileus covering.

***Leucoagaricus goossensiae*** (Beeli) Heinem. in Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 43(1–2): 10 (1973)      Figure 6, 11E

= *Lepiota goossensiae* Beeli in Bull. Soc. R. Bot. Belg. 59: 108 (1927)  
 = *Macrolepiota gracilentata* var. *goossensiae* (Beeli) Heinem. in Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 39: 211 (1969)

Pileus 14–20 mm diameter, applanate, subumbonate, surface, fibrillose, entire at the center, brownish red (OAC663, OAC656) to reddish brown (OAC615), often with mycelia attached, then orange-red (OAC670) to pale red (OAC617, OAC618), margin softly striate, straight, context 1 mm broad, white without change when bruised. Lamellae 2 mm broad, free, close, ventricose, white without change when bruised, margin serrulate, white. Stipe 25–35×2 mm, central, cylindrical to tapering upwards, surface glabrous, white, fistulose, context less than 1 mm broad, white without change when bruised, basal mycelia present. Annulus central to superior, membranous, fragile, ascending, white with orange-red margin.

Basidiospores 6–8×3–5 μm, Q = 1.82, narrowly ellipsoid, with an apical papilla, uni to biguttulate, hyaline in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 15–24×6–10 μm, clavate, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 23–45×7–14 μm, ellipsoid, ventricose to clavate, often encrusted with crystals that dissolve in KOH. Pleurocystidia absent. Pileus covering irregular trichoderm, made up of upright, articulated hyphae, orange brown in water, lighter in KOH, parietal pigments, terminal elements 27–86×7–11, not differentiated. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary to gregarious on rain forest soil (Heinemann 1973).

Distribution – Congo and Gana (Heinemann 1973). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Amazonas, Manaus, Ponta Negra, 25/XII/1977, R. B. Singer B10389 (INPA77091); Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Parque Nacional Tijuca (lat.: -22.946389, long.: -43.286111),

28.XI.2011, *M. A. Neves* 882 (RB524940; collection lost by contamination); Santa Catarina, Águas Mornas, Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio Portal (lat.: -27.651389, long.: -48.929786), 17/XII/2013, *C. Heisecke* 203a (FLOR0056051); Florianópolis, Parque Municipal Lagoa do Peri (lat.: -27.750278, long.: -48.525000), 08/I/2014, *C. Heisecke* 213 (FLOR0056052).

Comments – *La. goossensiae* is characterized by the brownish red fibrillose pileus, pileus covering made up by upright smooth hyphae and papillate basidiospores. There are many reddish species of *Leucoagaricus* placed in the sect. *Rubrotincti* Singer (Bon 1993), but most of them have encrusted hyphae on the pileus while *La. goossensiae* has smooth hyphae.

*Leucoagaricus aurantiacus* and *Leucoagaricus testaceus* Heinem. have similar pileus covering, however, *La. aurantiacus* has basidiospores with obtuse apex and *La. testaceus* has longer and cylindrical cheilocystidia (Beeli 1936, Heinemann 1973).

***Leucoagaricus griseus*** Heinem. in Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 49(3–4): 461 (1979)      Figure 7, 11F

Pileus 25–35 mm diameter, applanate to plano-convex, subumbonate, surface entire at the center, brown (OAC736), fibrillose grayish brown (OAC739) in white background through the margin, margin entire, softly striate to rimose with age, straight to involute, context 2 mm broad, white without change when bruised. Lamellae 35–40 mm broad, free, close, ventricose, white without change, margin entire to softly serrulate, white. Stipe 27–32 mm, central, cylindrical, surface fibrillose, shine white, fistulose, context less than 1 mm broad, white without change when bruised, basal mycelia dense. Annulus superior, membranous, fragile, ascending, margin white to grayish.

Basidiospores 7–9×4–5 μm (Q = 1.95), narrowly ellipsoid, often with an apical papilla, agmidaliform in side view, hyaline in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 18–21×7–9 μm, utriform, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 23–28×9–11 μm, sphaeropedunculate, verrucose at the apex, thick-walled. Pleurocystidia absent. Pileus covering trichodermal, made up of upright elements 31–75×6–15 μm, subtrichose to ventricose with acuminate apex, brownish grey in water, grayish in KOH, parietal pigmentation present, inner wall softly encrusted, terminal elements subventricose to lanceolate, obtuse apex. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary to gregarious. On grassland (Heinemann 1980) and sandy soil in restinga.

Distribution – Congo (Heinemann 1979, 1980). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Florianópolis, Área de Proteção Permanente Dunas da Lagoa da Conceição (lat.: -27.615556, long.: -48.452778), 19/III/2013, *A. C. Magnago* 657 (FLOR0056053), 658 (FLOR0056054).

Comments – This species is recognized by the grayish color of pileus, pileus covering made up of upright terminal elements and verrucose cheilocystidia (Heinemann 1980). Some grayish species with similar pileus covering resemble *La. griseus*. *Leucoagaricus cinerascens* (Quél.) Bon & Boiffard differs by its basidiospores with an evident germ pore and clavate to ventricose cheilocystidia. *Leucoagaricus griseodicus* (Bon) Bon & Migl. has darker pileus and versiform cheilocystidia. Finally, *Leucoagaricus pseudocinerascens* (Bon) Bon has basidiospores with obtuse apex and clavate cheilocystidia. *Leucoagaricus malvaceus* Heinem. has similar cheilocystidia but differs from *La. griseus* by the violet color of the pileus.

Based on macroscopic observations, Heinemann (1979, 1980) noted that the pileus surface was probably viscid at the center. The author reported the presence of an evident gelatinous layer at the center of the pileus but absent elsewhere (Heinemann 1980). The Brazilian collection do not present a gelatinous layer but a few oleiferous hyphae were observed in the pileus context. This could be related to environmental differences, since the type was collected on grassland in tropical Africa, and the Brazilian material was collected in subtropical region, under trees on sand dunes. *Leucoagaricus griseus* was known only by the type collection and this is the first record to South America, suggesting a Gondwanan distribution.

***Lepiota besseyi*** H. V. Sm. & N. S. Weber in Contributions from the Mich. Herb. 16: 212 (1987) Figure 8, 11G

Pileus 30–45 mm diameter, applanate to plano-convex, surface entire at the center and then fibrillose to squamulose, light brown (OAC660) to dark brown (OAC630, OAC640) in white to pinkish (OAC634) background, squamules easily detachable, margin entire, straight to inflexed, context 3 mm broad, rapidly turning red when exposed. Lamellae 3–6 mm broad, free, close, ventricose to broadly

ventricose, white turning red to reddish brown with bruising, margin entire to serrulate, white. Stipe 30–45×3–4 mm, central, cylindrical, surface glabrous, white with dark brown (OAC640) squamules at the base, reddish brown when touch, basal mycelia present. Annulus superior to central, persistent, ascending, dark brown. Blackish in herbarium collection.

Basidiospores 9–12×7–8 µm ( $Q = 1.31$ ), ellipsoid, yellowish in water and KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, with a germ pore. Basidia 27–34×9–11 µm, clavate, 1 to 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 35–50×11–20 µm, brown in water, with cytoplasmatic pigmentation, ventricose rostrate, thick-walled. Pleurocystidia 55–92×15–23 µm, brown in water, with cytoplasmatic pigmentation, ventricose rostrate, thick-walled. Pileus covering trichodermal, made up of upright elements 102–125×10–14 µm, lanceolate, grayish brown and lighter towards the apex in water and KOH, parietal pigmentation present. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Gregarious. On decaying wood and grassland (Bessette et al 2007). On decaying wood in rain forest and on grassland in urban area.

Distribution – Hawaii and United States of America (Smith and Weber 1987, Vellinga 2010). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Florianópolis, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Naufragados (lat.: -27.830556, long.: -48.558611), 28/II/2014, *C. Heisecke* 218 (FLOR 0056056); Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Centro de Ciências da Educação (lat.: -27.601944, long.: -48.523611), 09/IV/2014, *C. Heisecke* 242 (FLOR0056057).

Comments – *L. besseyi* belongs to the sect. *Piloselli* and is characterized by the red staining reaction when bruised. The presence of this reaction and pleurocystidia are diagnostic for *L. besseyi*. Other related *Piloselli* species, *Leucoagaricus americanus* (Peck) Vellinga has similar pileus covering and basidiospores with a germ pore but lacks pleurocystidia (Bessette et al. 2007, Vellinga et al. 2010).

The specimens studied present some variation. Four-spored basidia are predominant in the material from the UFSC, collected on grassland, while 1-spored basidia are prevalent in the collection from Naufragados.

The specimens were collected in similar conditions of those reported by Bessette et al. (2007), and it is the first record from the Southern Hemisphere.

*Lepiota roseolivida* Murrill in Mycologia 4(5): 234 (1912) Figure 9

= *Lepiota marriagei* D.A. Reid in Fungorum Rariorum Icones Coloratae 1: 20 (1966)

= *Leucoagaricus marriagei* (D.A. Reid) Bon in Doc. Mycol. 6(no. 24): 44 (1976)

= *Leucoagaricus marriagei* var. *ammovirescens* Bon in Doc. Mycol. 22(no. 88): 31 (1993)

Pileus 25 mm diameter, plano-convex, surface entire at the center, squamulose, grayish pink (OAC493) squamules in pinkish white background, margin entire, straight, context 3 mm broad, white changing to brown when exposed. Lamellae 4 mm broad, free, close, ventricose, white, margin entire, white. Stipe 35×4 mm, central, cylindrical, fibrillose, grayish pink (OAC515) changing to brown when touch, fistulose, context less than 1 mm broad, white changing to light yellowish brown when exposed. Annulus superior, membranous, fragile, ascending, white. Lilac in dried specimen.

Basidiospores 6–7×3–4 μm (Q = 1.67), narrowly ellipsoid, agmidaliform, with an apical papilla, uniguttulate, yellowish in water, hyaline in KOH, dextrinoid, metachromatic, congophylous, thick-walled, without a germ pore. Basidia 27–29×7–8 μm, clavate, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 35–62×9–18 μm, oblong, cylindrical to subventricose, thick-walled, brown in water, yellowish to hyaline in KOH, with intracellular pigments. Pleurocystidia absent. Pileus covering made up of interwoven repent hyphae, brownish grey in water, grayish in KOH, parietal pigmentation present, inner wall softly encrusted, terminal elements 49–90×7–14 μm, lageniform, narrowly clavate to clavate. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary to gregarious, on soil in diverse types of vegetations (Vellinga 2006). On soil of cloud forest.

Distribution – Italy, the Netherlands, United Kingdom and United States of America (Vellinga 2006). First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Urubici, Parque Nacional São Joaquim, Morro da Igreja (lat.: -28.107222, long.: -49.506944), 16/II/2013, *C. Heisecke* 069 (FLOR0056058).

Comments – *L. roseolivida* is recognized by the delicate and the small sized, greyish pink basidiomes that could become darker after drying (Murrill 1912). *Leucoagaricus ionidicolor* Bellù & Lanzoni is

similar, but has a more intense color, wider pileus and unchanging color of the context and lamellae (Bon 1993, Vellinga 2006).

The collection examined is in agreement with the original description (Murrill 1912), the type study and observations from recent collections made by Vellinga (2006). *Lepiota roseolivida* has a reaction in ammonia, but this test was not performed in the Brazilian specimen.

This species is known from Europe and the U.S.A. (Vellinga 2006). This is the first record from the South Hemisphere.

***“Leucoagaricus melanotrichus f. citrifolius”*** Courtec. in Doc. Mycol. 19(75): 4 (1989), nom. inval. Figure 10

Pileus 25 mm diameter, plano-convex, subumbonate, surface fibrillose, dark brown (OAC639) at the center and then, becoming brown (OAC735, OAC722) toward the margin, background yellowish green (OAC854, OAC897), margin entire to softly striate, straight, context 2 mm broad, pale yellowish green (OAC856) without change when bruised. Lamellae 2–3 mm broad, free, close, subventricose, pale yellowish green (OAC856) without change when bruised, margin entire, pale yellowish green. Stipe 65×2 mm, central, cylindrical, surface yellowish green (OAC897) with small brown (OAC735) squamules, fistulous, context less than 1 mm broad, pale yellow without change when bruised. Annulus not found.

Basidiospores 6–8×4 μm (Q = 1.75), narrowly ellipsoid, ovoid in side view, truncated apex, uniguttulate, hyaline in water and KOH, dextrinoid, metachromatic in Cresyl blue, congophylous, thick-walled, with an inconspicuous germ pore. Basidia 17–20×7–9 μm, clavate to utriform, 4-spored. Lamellae edge sterile. Cheilocystidia 30–52×8–13 μm, lageniform to broadly lageniform, thick-walled, yellowish to hyaline in water and KOH. Pleurocystidia absent. Pileus covering trichodermal palisade made up of upright articulated hyphae, yellow with intracellular dark brown pigments in water, hyaline in KOH, inner wall softly encrusted, terminal elements 21–45×8–11 μm, not differentiated. Clamp connections absent.

Habit and habitat – Solitary on rain forest soil.

Distribution – France. First record from Brazil.

Examined specimens – Brazil, Santa Catarina, Florianópolis, Parque Municipal Córrego Grande (lat.: -27.598333, long.: -48.510278), 17/III/2013, *F. T. F. Linhares* 35 (FLOR0056059).

Comments – The name “*Leucoagaricus melanotrichus* f. *citrifolius*” was referred to a yellow mushroom with brown fibrillose pileus and intracellular dark brown pigments in the pileus covering (Bon, 1993). However, this name is invalid because it was published as ‘ad int.’ (McNeill *et al.* 2012). The validation of the name could not be made due to the difficulty to find reference materials to compare to. Only one basidiome was collected in Brazil during this study.





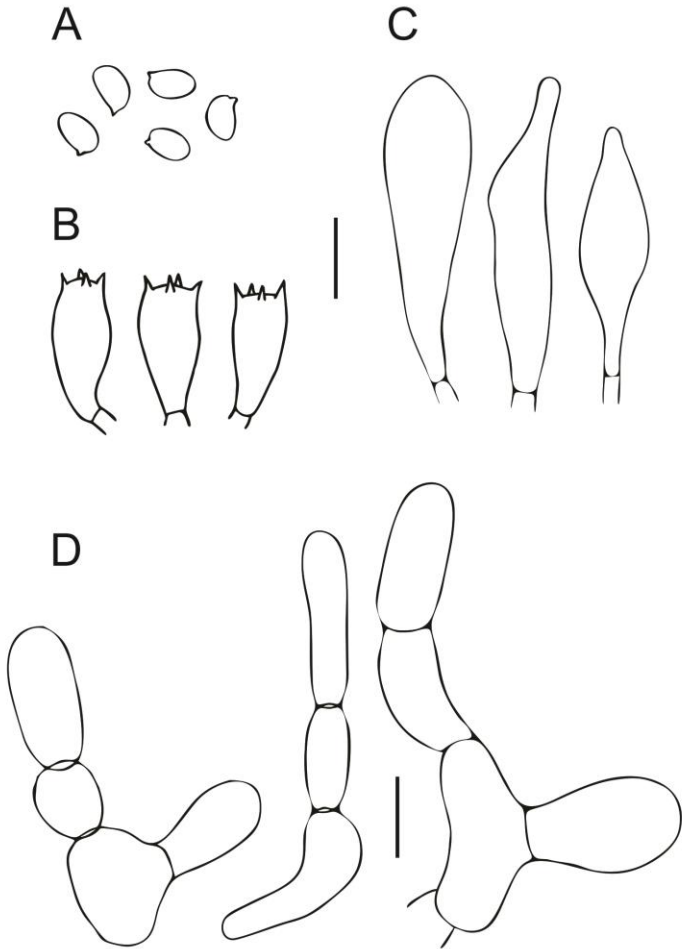


FIGURE 1. *Leucoagaricus aurantiacus* – A. basidiospores, B. basidia, C. cheilocystidia, D. pileus covering elements (all from CHC203b). Scale bars are 10 μm.



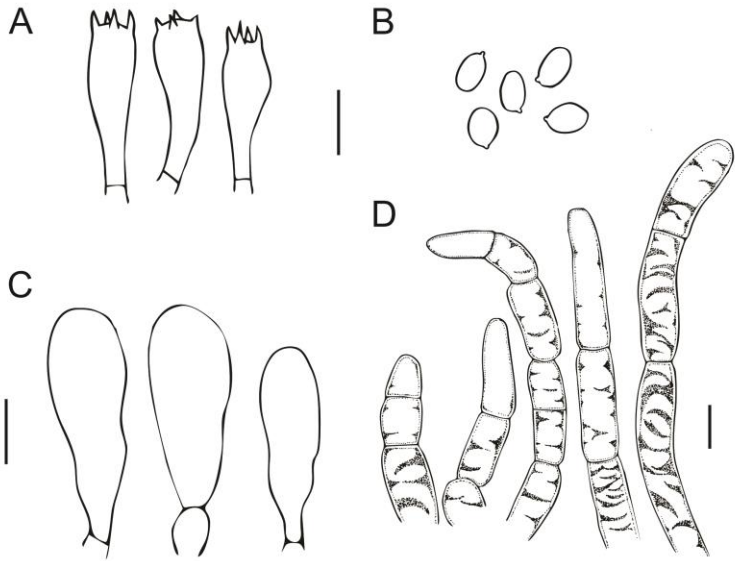


FIGURE 2. *Leucoagaricus brunneocingulatus* – A. basidia, B. basidiospores, C. cheilocystidia, D. pileus covering elements (all from CHC210). Scale bars are 10  $\mu\text{m}$ .



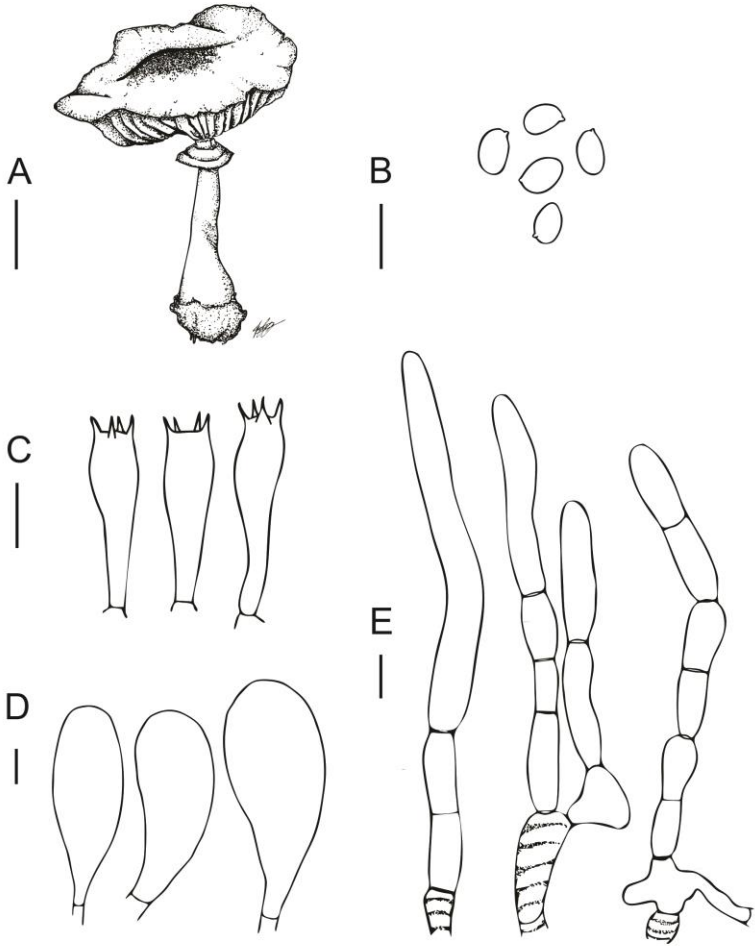


FIGURE 3. *Leucoagaricus caerulescens* – A. basidiome, B. basidiospores, C. basidia, D. cheilocystidia, E. pileus covering elements, inner wall encrustation not shown (all from CHC134). Scale bars are 10 mm (A) and 10  $\mu$ m (B–E).



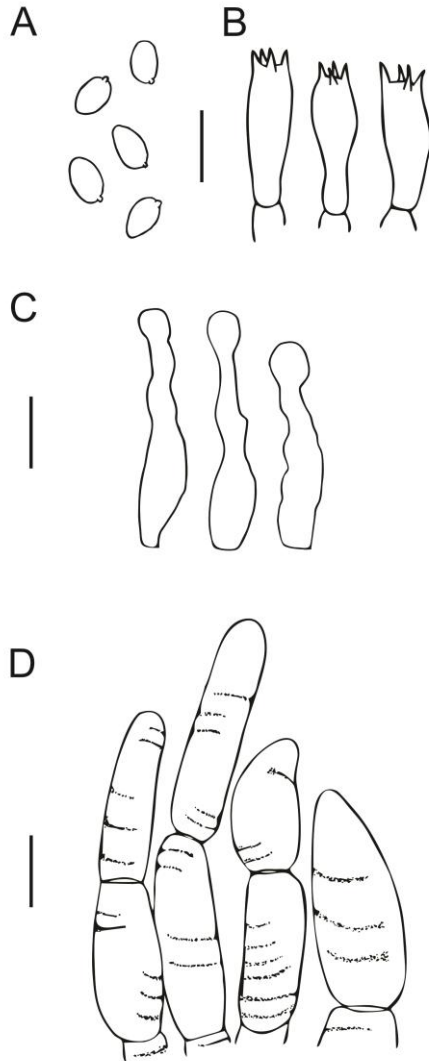


FIGURE 4. *Leucoagaricus georginae* – A. basidiome, B. basidiospores, C. cheilocystidia, D. pileus covering elements, inner wall encrustation not shown (all from CHC100). Scale bars are 10  $\mu\text{m}$ .





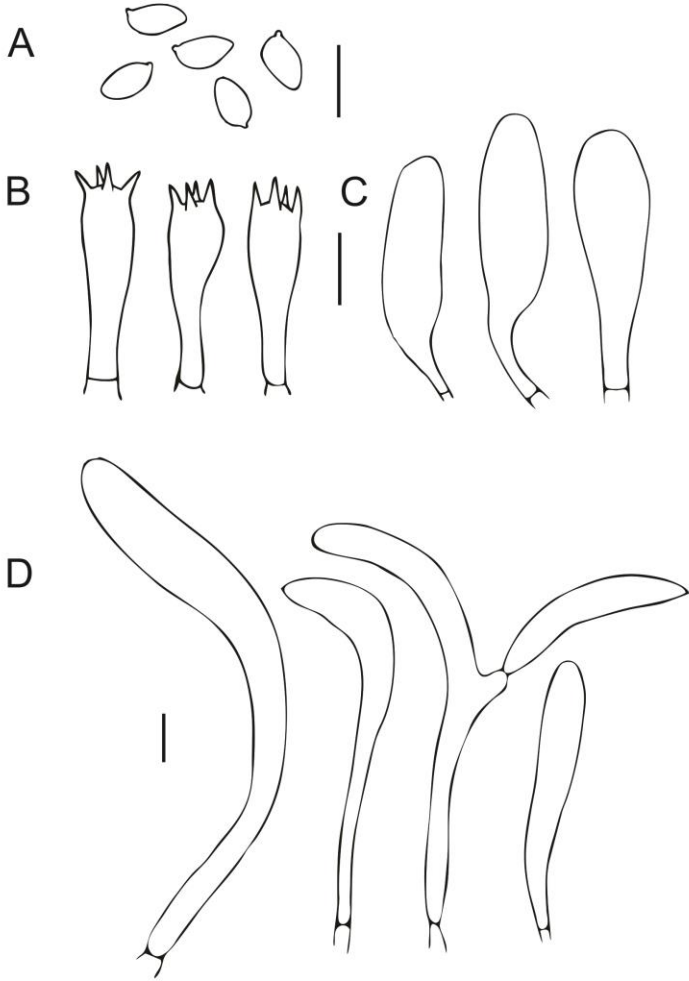


FIGURE 5. *Leucoagaricus glabridiscus* – A. basidiospores, B. basidia, C. cheilocystidia, D. pileus covering elements (all from FTF112). Scale bars are 10  $\mu\text{m}$ .



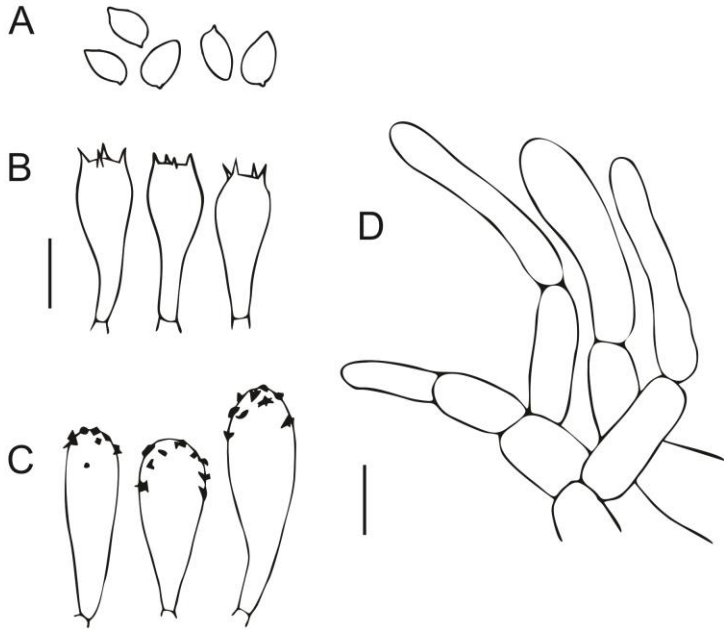


FIGURE 6. *Leucoagaricus goossensiae* – A. basidiospores, B. basidia, C. cheilocystidia, D. pileus covering elements (all from CHC203a). Scale bars are 10  $\mu\text{m}$ .



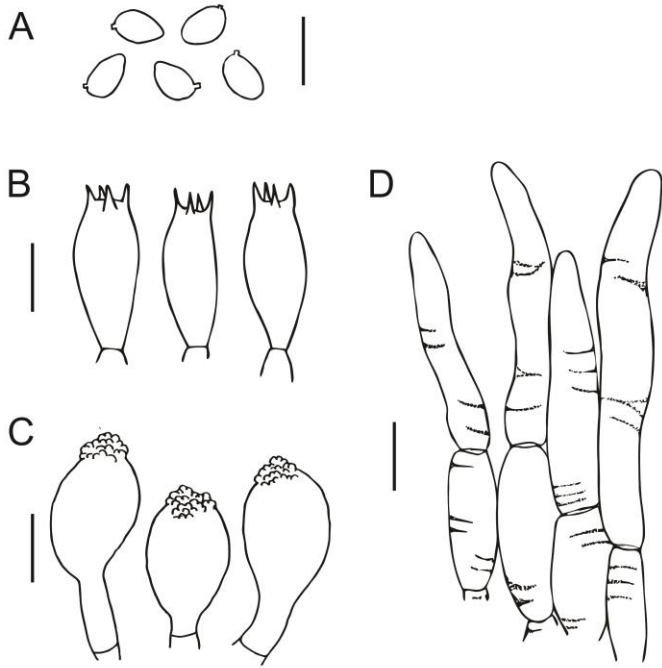


FIGURE 7. *Leucoagaricus griseus* – A. basidiome, B. basidiospores, C. cheilocystidia, D. pileus covering elements, inner wall encrustation not shown (all from ACM657). Scale bars are 10  $\mu$ m.



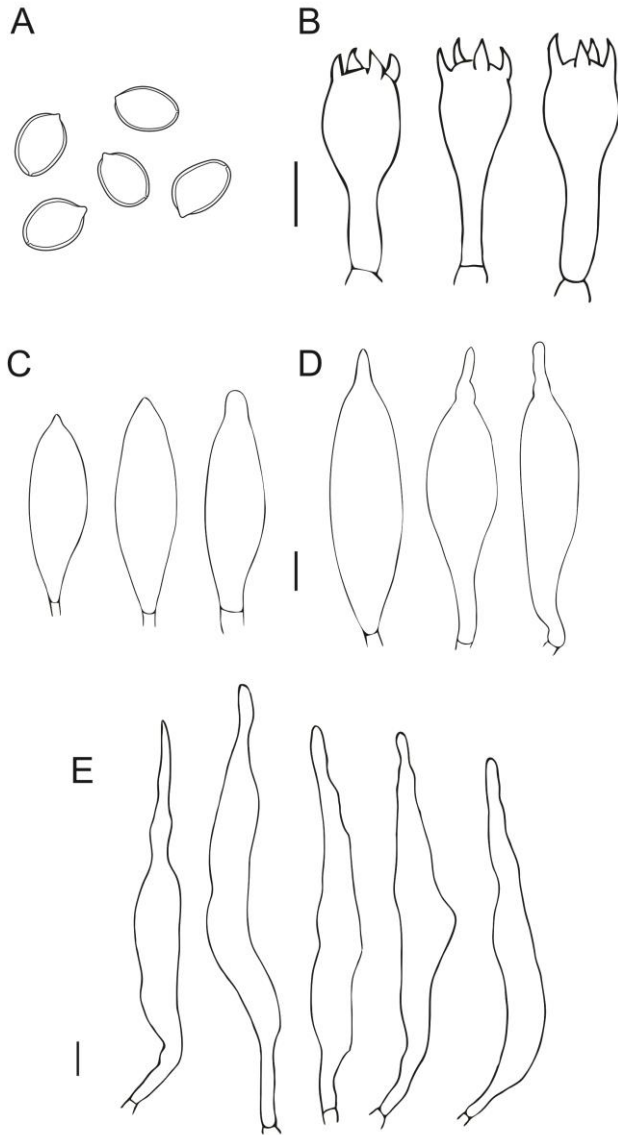


FIGURE 8. "*Lepiota besseyi*" – A. basidiospores, B. basidia, C. cheilocystidia, D. pleurocystidia, E. pileus covering elements (all from CHC242). Scale bars are 10  $\mu\text{m}$ .





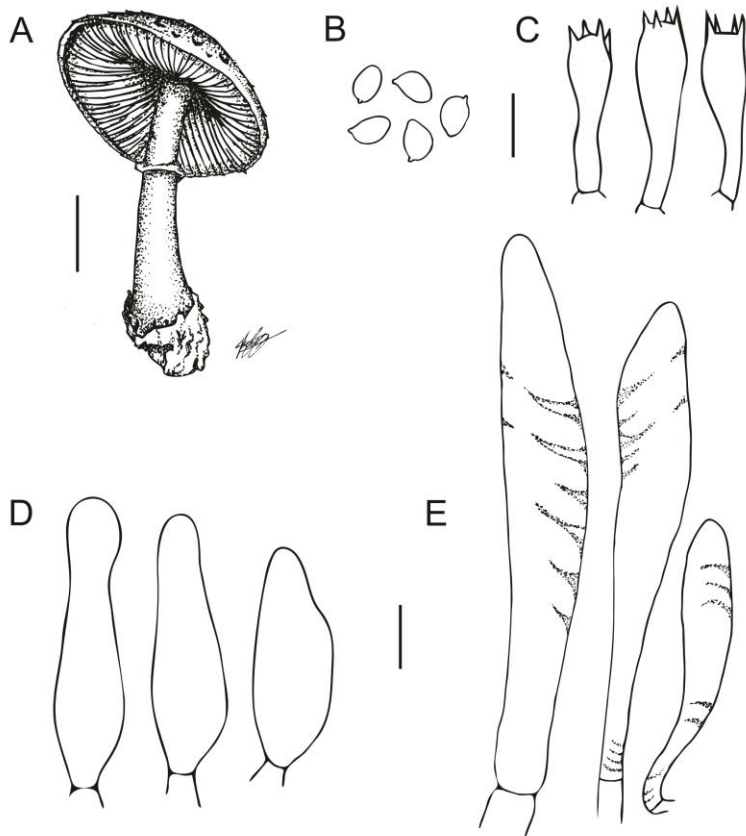


FIGURE 9. "*Lepiota roseolivida*" – A. basidiome, B. basidiospores, C. basidia, D. cheilocystidia, E. pileus covering elements, inner wall encrustation not shown (all from CHC069). Scale bars are 10 mm (A) and 10  $\mu$ m (B–E).



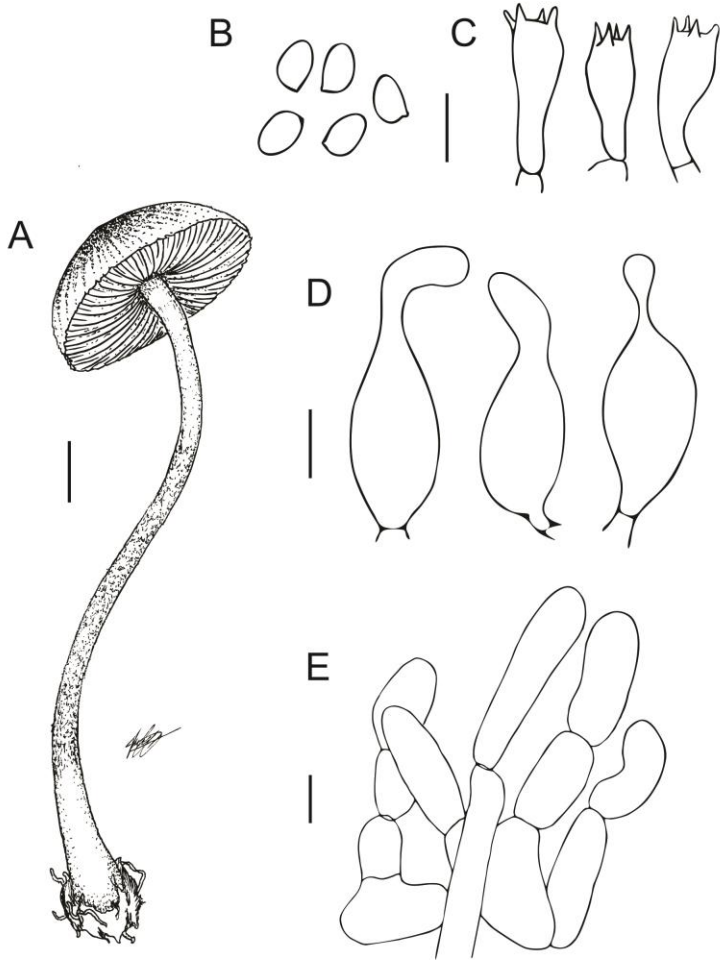


FIGURE 10. “*Leucoagaricus melanotrichus* f. *citrifolius*” – A. basidiome, B. basidiospores, C. basidia, D. cheilocystidia, E. pileus covering elements (all from FTF35). Scale bars are 10 mm (A) and 10  $\mu$ m (B–E).





FIGURE 11. Photographs of fresh basidiomes – A. *Leucoagaricus aurantiacus* (CHC203b), B. *Leucoagaricus brunneocingulatus* (by S. Urrea-Valencia, CHC210), C. *Leucoagaricus georginae* (CHC100), D. *Leucoagaricus glabridiscus* (FTF112), E. *Leucoagaricus goossensiae* (CHC213), F. *Leucoagaricus griseus* (by A.N.M. Furtado, ACM657), G. *Lepiota besseyi* (by A.N.M. Furtado, CHC242). Scale bars are 10 mm.



## Acknowledgments

Heisecke C. thanks Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for her fellowship. The authors thank all the Conservation Units (UCs) for permits to collect and the support during fieldwork. INPA, MBM and RB for sending material for the studies. João F. Souza for all the macroscopic illustrations.

## References

- Alvarez, C.A., Stape, J.P., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. (2013) Koppens climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711–728.
- Beeli, M. (1936) *Flore iconographique des champignons du Congo* 2: 29–45.
- Bessette, A.E., Roody, W.C., Bessette, A.R. & Dunaway, D.L. (2007) *Mushrooms of the Southeastern United States*, University Press, Syracuse, 373 pp.
- Bon, M. 1993. *Flore mycologique d'Europe 3: Les Lepiotes*, Amiens Cedex, CRDP de Picardie, 153 pp.
- CONAMA. Resolução nº 10, de 1º de outubro de 1993. Available from: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res1093.html>> (accessed 10 May 2015).
- Farook, V.A., Khan, S.S. & Manimohan, P. (2013) A checklist of agarics (gilled mushrooms) of Kerala State, India. *Mycosphere* 4(1): 97–131.
- Fisher, P.J., Stradling, D.J. & Pegler, D.N. (1994) *Leucoagaricus* basidiomes from a live nest of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. *Mycological research* 98(8): 884–888.
- Grandi, R.A.P., Guzmán, G. & Bononi, V.L. (1984) Adições às Agaricales (Basidiomycetes) do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. *Rickia* 11: 27–33.
- Heim, R. (1957) A propos du *Rozites gongylophora* A. Möller. *Revue de Mycologie* 22: 293–299.

- Heinemann, P. (1973) *Leucocoprinae* p.p. (Agaricaceae). *Flore Illustrée des champignons d'Afrique Centrale* 2: 29–48.
- Heinemann, P. (1979) Deux nouveaux *Leucoagaricus* du Zaïre. *Bulletin du Jardin botanique national de Belgique* 49 (3–4): 461
- Heinemann, P. (1980) *Leucocoprinae* p.p. (Agaricaceae). *Flore Illustrée des champignons d'Afrique Centrale* 7: 123–127.
- IBGE (2012) Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428, de 2006. Escala 1:5.000.000, 2 ed. Available from: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas\\_doc6.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas_doc6.shtm)> (accessed 30 March 2015).
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. & Stalpers, J.A. (2008) *Dictionary of the Fungi*. CABI, Wallingford, UK, 784 pp.
- Kramer, L.A. (2004) *The online auction color chart*, Online Auction Color Chart Company, Stanford, 12 pp.
- Largent, D.L., Johnson, D. & Watling, R. (1977) *How to Identify Mushrooms to Genus III: Microscopic features. III*, Mad River Press Inc., Eureka, California, 148 pp.
- Liang, J.F., Yang, Z.L., Xu, J. & Ge, Z.W. (2010) Two new unusual *Leucoagaricus* species (Agaricaceae) from tropical China with blue-green staining reactions. *Mycologia* 102(5): 1141–52.
- Lodge, D.J., Ammirati, J.F., O'Dell, T.E. & Mueller, G.M. (2004) Collecting and describing macrofungi. In: Mueller, G.M., Bills, G.F. & Foster, M.S. *Biodiversity of Fungi. Inventory and Monitoring Methods*, Elsevier Academic Press, pp. 128–158.
- Magnago, A.C., Oliveira, J.J.S., Furtado, A.N.M., Urrea-Valencia, S. & Neves, M.A. (2013) Basidiomycota. Mushrooms. In: Neves, M.A., Beseia, I.G., Drechsler-Santos, E.R. & Góes-Neto, A. *Guide to the Common Fungi of the Semiarid Region of Brazil*, TECC, pp. 23–50.
- McNeill, J., Barrie, C.F.R., Buck, W.R., Demoulin, V., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S. K., Marhold, J., Prado, W.F., Prud'Homme, Van Reine, Smith, G.F. & Wiersema, J.H. (2012) *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)*, Koeltz Scientific Books, Melbourne. Available from:



- <<http://www.iapttaxon.org/nomen/main.php>> (accessed 30 March 2015).
- Meijer, A.A.R. (2006) Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian State of Paraná. *Boletim do Museu Botânico Municipal. Prefeitura Municipal de Curitiba. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Departamento de Produção Vegetal* 68: 1–53.
- Murrill, W.A. (1912). The Agaricaceae of the Pacific Coast: II. *Mycologia* 4(5): 231–262.
- Niveiro, N. & Albertó, E. (2013) Checklist of the Argentine Agaricales 5. Agaricaceae. *Mycotaxon* 122: 491.
- Pagnocca, F.C., Bacci Jr., M., Fungaro, M.H., Bueno, O.C., Hebling, M.J., Sant'anna, A. & Capelari, M. (2001) RAPD analysis of the sexual state and sterile mycelium of the fungus cultivated by the leaf-cutting ant *Acromyrmex hispidus fallax*. *Mycological Research* 105(2): 173–176.
- Peck, C.H. (1899) New Species of Fungi. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 26(2): 63–71.
- Pegler, D.N. (1997) *The Agarics of São Paulo, Brazil*. Kew, Royal Botanical Gardens, 70 pp.
- Rick, P. J. (1961) Basidiomycetes eubasidii in Rio Grande do Sul – Brasília. 5. Agaricaceae. *Iheringia. Série Botânica* 8: 296–450.
- Rodríguez, B., Caballero, A. & Muñoz, G. (2014) *Leucoagaricus georginae*, una rara especie encontrada en Galicia. *Boletín Micológico, FAMCAL* 9: 71–75.
- Rosa, L.H. & Capelari, M. (2009) Agaricales fungi from Atlantic rain forest fragments in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 40: 846–851.
- Rother, M.S. & Silveira, R.M.B. (2008) Família Agaricaceae (Agaricales, Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 6(3): 259–268.
- Singer, R. (1948) Diagnoses fungorum novorum Agaricalium. *Sydowia* 2(1–6): 26–42.

- Singer, R. (1986) *The Agaricales in modern taxonomy*. 4th ed., Koeltz Scientific Books, 981 pp.
- Singer, R. (1989) New taxa and new combinations of Agaricales (Diagnoses fungorum novorum Agaricalium 4). *Fieldiana Botany* 211–133.
- Smith, H.V. & Sundberg, W.J. (1979) Studies on the Lepiotaceae of the Pacific Coast Region I. Two new species. *Mycotaxon* 8(2): 446–452.
- Smith, H.V. & Weber, N.S. (1987) Observations on *Lepiota americana* and some related species. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 16: 211–221.
- Spegazzini, C. (1899) Fungi argentini vel critici. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 6: 81–354.
- Spielmann, A.A. & Pultzke, J. 1998. *Leucoagaricus gongylophorus* (Agaricales, Basidiomycota) em ninho ativo de formigas Attini (Acromyrmex Aspersus). *Caderno de Pesquisa, ser. Botânica* 10(1/2): 27–36.
- Thiers, B. continuously updated. *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*, New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: <<http://sweetgum.nybg.org/ih>> (accessed 15 January 2015).
- Vellinga, E.C. & Balsley, R.B. (2010) *Leucoagaricus dacrytus* – a new species from New Jersey, U.S.A. *Mycotaxon* 113: 73–80.
- Vellinga, E.C. & Noordeloos, M.E. (2001) Glossary. In: Noordeloos, M.E., Kuyper, T.W. & Vellinga, E.C. *Flora Agaricina Neerlandica*, Lisse: AA Balkema Publishers, 5: 6–11.
- Vellinga, E.C. & Sundberg, W.J. (2008) Lepiotaceus fungi in California, U.S.A. 6. *Lepiota castanescens*. *Mycotaxon* 103: 97–108.
- Vellinga, E.C. (2001a) Glossary. In: Noordeloos, M. E., Kuyper, T. W., Vellinga, E. C. *Flora Agaricina Neerlandica*, Lisse: AA Balkema Publishers, 2: 54–64
- Vellinga, E.C. (2001b) *Leucoagaricus* Locq. ex Singer. In: Noordeloos, M.E., Kuyper & T.W., Vellinga, E.C. *Flora Agaricina Neerlandica*, Lisse: AA Balkema Publishers, 5: 85–108

- Vellinga, E.C. (2004) Ecology and distribution of Lepiotaceous fungi (Agaricaceae) – A Review –. *Nova Hedwigia*, 78(3): 273–299.
- Vellinga, E.C. (2006) Lepiotaceous fungi in California, U.S.A. – 3. Pink and lilac species in *Leucoagaricus* sect. *Piloselli*. *Mycotaxon* 98: 213–224.
- Vellinga, E.C. (2009) *Nomenclatural overview of Lepiotaceous Fungi*. Version 4.7.
- Vellinga, E.C. (2010) Lepiotaceous fungi in California, U.S.A. *Leucoagaricus* sect. *Piloselli*. *Mycotaxon* 112: 393–444
- Vellinga, E.C., Sysouphanthong, P. & Hyde, K.D. (2011). The family Agaricaceae: phylogenies and two new white-spored genera. *Mycologia* 103(3): 494–509.
- Wartchow, F., Putzke, J. & Cavalcanti, M.A. (2008) Agaricaceae Fr. (Agaricales, Basidiomycota) from areas of Atlantic forest in Pernambuco, Brazil. *Acta botânica brasileira* 22(1): 287–299.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho amplia as pesquisas de *Leucoagaricus* para o Brasil, fornecendo informações importantes sobre a diversidade dos táxons e sua distribuição.

*Leucoagaricus aurantiacus*, *La. brunneocingulatus*, *La. caerulescens*, *L. georginae*, *La. glabridiscus*, *La. goossensiae*, *La. griseus*, “*La. melanotrichus* f. *citrifolius*”, *Lepiota besseyi* e *L. roseolivida* são registradas pela primeira vez no Brasil.

O hábito solitário e a fragilidade dos basidiomas presente na maioria dos espécimes de lepiotáceos são grandes desafios no trabalho com este grupo.

A bibliografia esparsa e estudos escassos sobre *Leucoagaricus* nas regiões tropicais e subtropicais, em especial no Brasil, dificultam a identificação de outros espécimes coletados em nível específico.

A partir do incremento do número de áreas de coleta, novas espécies de *Leucoagaricus* poderão ser propostas, além de gerar uma ampliação na distribuição geográfica das espécies já conhecidas.

A inclusão de estudos de filogenia molecular que compreendam espécimes brasileiros de *Leucoagaricus* pode ajudar a esclarecer as relações com os outros gêneros do grupo.



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ainsworth, G. C. 1976. Introduction to the History of Mycology. Cambridge: University Press, 359 pp.
- Alexopoulos, C. J.; Mims, C. W.; Blackwell, M. 1996. Introductory Mycology. New York: John Wiley & Sons, Inc., 865 pp.
- Bailey, I. W. 1920. Some relations between ants and fungi. *Ecology*, 1(3):174–189.
- Bessette, A. E.; Roody, W. C.; Bessette, A. R.; Dunaway, D. L. 2007. Mushrooms of the Southeastern United States. Syracuse University Press, 373 pp.
- Bon, M. 1993. Flore mycologique d'Europe 3: Les Lepiotes. Amiens Cedex: CRDP de Picardie, 153 pp.
- Capelari, M.; Cortez, V. G.; Neves, M. A.; Baseia, I. G.; Wartchow, F.; Menolli Júnior, N.; Karstedt, F.; Oliveira, J. J. S.; Urrea-Valencia, S. 2015. Agaricales. In: Lista de espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB581829>>. Acesso em: 25 Abril 2015.
- CONAMA. Resolução nº 10, de 1º de outubro de 1993. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res1093.html>> Acesso em: 10 Maio 2015.
- Fisher, P. J.; Stradling, D. J.; Pegler, D. N. 1994. *Leucoagaricus basidiomata* from a live nest of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. *Mycological research*, 98(8):884–888.
- Fries, E. M. 1821. *Systema mycologicum*. Lund, Sweden, 1:1–520.
- Fries, E. M. 1874. *Hymenomycetes europaei*. Uppsala, Sweden, 1–755.
- Grandi, R. A. P.; Guzmán, G.; Bononi, V. L. 1984. Adições às Agaricales (Basidiomycetes) do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. *Rickia*, 11:27–33.
- Harms, H. 1935. International rules of botanical nomenclature, adopted by the International Botanical Congresses of Vienna, 1905, and Brussels, 1910, revised by the International Botanical Congress of Cambridge, 1930, compiled by the editorial committee for

nomenclature from the report of the subsection of nomenclature prepared by John Briquet. G. Fischer, Jena, xi + 152 pp.

Heim, R. 1957. A propos du *Rozites gongylophora* A. Möller, Revue de Mycologie, 22:293–299.

Hibbett, D. S.; Binder, M.; Bischoff, J. F.; Blackwell, M.; Cannon, P. F.; Eriksson, O. E.; Huhndorf, S.; James, T.; Kirk, P. M.; Lücking, R.; Lumbsch, T.; Lutzoni, F. M.; Matheny, P. B.; Mclaughlin, D. J.; Powell, M. J.; Redhead, S. A.; Schoch, C. L.; Spatafora, J. W.; Stalpers, J. A.; Vilgalys, R.; Aime, M. C.; Aptroot, A.; Bauer, R.; Begerow, D.; Benny, G. L.; Castlebury, L. A.; Crous, P. W.; Dai, Y.-C.; Gams, W.; Geiser, D. M.; Griffith, G. W.; Gueidan, C.; Hawksworth, D. L.; Hestmark, G.; Hosaka, K.; Humber, R. A.; Hyde, K.; Ironside, J. E.; Køljalg, U.; Kurtzman, C. P.; Larsson, K. H.; Lichtwardt, R.; Longcore, J.; Miadlikowska, J.; Miller, A.; Moncalvo, J.-M.; Mozley-Standridge, S.; Oberwinkler, F.; Parmasto, E.; Reeb, V.; Rogers, J. D.; Roux, C.; Ryvarden, L.; Sampaio, J. P.; Shüßler, A.; Sugiyama, J.; Thorn, R. G.; Tibell, L.; Untereiner, W. A.; Walker, C.; Wang, Z.; Weir, A.; Weiß, M.; White, M. M.; Winka, K.; Yao, Y.-J.; Zhang, N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. Mycological research, 111:509–547.

IBGE. 2012 Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428, de 2006. Escala 1:5.000.000, 2 ed. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas\\_doc6.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas_doc6.shtm)> Acesso em: 30 Março 2015.

Johnson, J. 1999. Phylogenetic relationships within *Lepiota sensu lato* based on morphological and molecular data. Mycologia, 91(3):443–458.

Johnson, J.; Vilgalys, R. 1998. Phylogenetic systematics of *Lepiota sensu lato* based on nuclear large subunit rDNA evidence. Mycologia, 90(6):971–979.

Kirk, P. M.; Cannon, P. F.; Minter, D. W.; Stalpers, J. A. 2008. Dictionary of the Fungi. Wallingford, UK: CABI, 784 pp.

Kramer, L. A. 2004. The online auction color chart. Stanford: Online Auction Color Chart Company, 12 pp.



- Kumar, T. A.; Manimohan, P. 2009. The genera *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus* (Agaricales, Basidiomycota) in Kerala State, India. *Mycotaxon*, 108:385–428.
- Laessøe, T.; Ryvarden, L.; Watling, R.; Whalley, A. J. S. 1996. Saprotrophic fungi of the Guinea-Congo Region. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences*, 104:335–347.
- Largent, D. L. 1986. *How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic features*. I. 2nd ed. Mad River Press Inc., Eureka, 166 pp.
- Largent, D. L., Johnson, D., Watling, R. 1977. *How to Identify Mushrooms to Genus III: Microscopic features*. III. ed. Mad River Press Inc., Eureka, 148 pp.
- Liang, J. F.; Yang, Z. L.; Xu, J.; Ge, Z. W. 2010. Two new unusual *Leucoagaricus* species (Agaricaceae) from tropical China with blue-green staining reactions. *Mycologia*, 102(5):1141–52.
- Lodge, D. J.; Ammirati, J. F.; O'Dell, T. E.; Mueller, G. M. 2004. Collecting and describing macrofungi. In: Mueller, G. M.; Bills, G.F; Foster, M. S. *Biodiversity of Fungi. Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier Academic Press, pp. 128–158.
- Magnago, A. C.; Oliveira, J. J. S.; Furtado, A. N. M.; Urrea-Valencia, S.; Neves, M. A. 2013. Basidiomycota. Mushrooms. In: Neves, M. A.; Beseia, I. G.; Drechsler-Santos, E. R.; Góes-Neto, A. *Guide to the Common Fungi of the Semiarid Region of Brazil*. TECC, pp. 23–50.
- Matheny, P. B., Curtis, J. M., Hofstetter, V., Aime, M. C., Moncalvo, J.-M., Ge, Z.-W., Slot, J. C.; Ammirati, J. F.; Baroni, T. J.; Bougher, N. L.; Hughes, K. W.; Lodge, D. J.; Kerrigan, R. W.; Seidl, M. T.; Aanen, D. K.; DeNitis, M.; Daniele, G. M.; Desjardin, D. E.; Kropp, B. R.; Norvell, L. L.; Parker, A.; Vellinga, E. C.; Vilgalys, R.; Hibbett, D. S. 2006. Major clades of Agaricales: a multilocus phylogenetic overview. *Mycologia*, 98(6):982–95.
- Mehdiabadi, N. J.; Schultz, T. R. 2009. Natural history and phylogeny of the fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). *Myrmecological News*, 13:35–55.

- Meijer, A. A. R. 2006. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian State of Paraná. Boletim do Museu Botânico Municipal. Prefeitura Municipal de Curitiba. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Departamento de Produção Vegetal, 68:1–53.
- Moncalvo, J.-M.; Francois M. Lutzoni, Stephen A. Rehner, Jacqui Johnson, and Rytas Vilgalys. 2000. Phylogenetic relationships of agaric fungi based on nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. *Systematic Biology* 49(2):278–305.
- Moncalvo, R.; Redhead, S. A.; Johnson, J. E.; James, T. Y.; Catherine Aime, M.; Hofstetter, V.; Verduin, S. J. W.; Larsson, E.; Baroni, T. J.; Greg Thorn, R.; Jacobsson, S.; Cléménçon, H.; Miller, O. K. 2002. One hundred and seventeen clades of euagarics. *Molecular phylogenetics and evolution*, 23(3):357–400.
- Mueller, U.; Schultz, T.; Currie, C. 2001. The origin of the attine ant-fungus mutualism. *Quarterly Review of Biology*, 76(2):169–197.
- Ortiz, A.; Franco-Molano, A. E.; Bacci Jr., M. 2006. A new species of *Leucoagaricus* (Agaricaceae) from Colombia. *Mycotaxon*, 106:371–378.
- Pagnocca, F. C.; Bacci Jr., M.; Fungaro, M. H.; Bueno, O. C.; Hebling, M. J.; Sant'anna, A.; Capelari, M. 2001. RAPD analysis of the sexual state and sterile mycelium of the fungus cultivated by the leaf-cutting ant *Acromyrmex hispidus* fallax. *Mycological Research* 105: 173–176.
- Patouillard, N. T. 1887. Champignons de la Nouvelle-Calédonie. *Bulletin de la Société Mycologique de France*, 3:168–198.
- Pegler, D. N. 1997. The Agarics of São Paulo, Brazil. Kew, Royal Botanical Gardens, 70 pp.
- Rick, P. J. 1961. Basidiomycetes eubasidii in Rio Grande do Sul – Brasília. 5. Agaricaceae. *Iheringia. Série Botânica*, 8:296–450.
- Rosa L. H. & Capelari M. 2009. Agaricales fungi from Atlantic rain forest fragments in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 40: 846–851.
- Rosa, L. H.; Capelari, M. 2009. Agaricales fungi from Atlantic Rain Forest fragments in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 40: 846–851.

- Rother, M. S.; Silveira, R. M. B. 2008. Família Agaricaceae (Agaricales, Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 6(3):259–268.
- Singer, R. 1948. Diagnoses fungorum novorum Agaricalium. *Sydowia*, 2(1–6):26–42.
- Singer, R. 1972. Cyanophilous spore walls in the Agaricales and Agaricoid Basidiomycetes. *Mycologia*, 64(4):822–829.
- Singer, R. 1986. The Agaricales in modern taxonomy. 4th ed. Koeltz Scientific Books, 981 pp.
- Singer, R. 1989. New taxa and new combinations of Agaricales (Diagnoses fungorum novorum Agaricalium 4). *Fieldiana Botany*, 21:1–133.
- Siqueira, C. G.; Bacci-Jr., M.; Pagnocca, F. C.; Bueno, O. C.; Hebling, M. J. A. 1998. Metabolism of Plant Polysaccharides by *Leucoagaricus gongylophorus*, the Symbiotic Fungus of the Leaf-Cutting Ant *Atta sexdens* L. *Applied and environmental microbiology*, 64(12):4820–4822.
- Spielmann, A. A.; Pultzke, J. 1998. *Leucoagaricus gongylophorus* (Agaricales, Basidiomycota) em ninho ativo de formigas Attini (*Acromyrmex Aspersus*). *Caderno de Pesquisa, ser. Botânica*, 10(1/2):27–36.
- Thiers, B. continuously updated. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/ih>> Acesso em: 15 Janeiro 2015.
- Urrea-Valencia, S. 2013. O gênero *Leucocoprinus* Pat. (Agaricaceae) no Brasil. *Disertação de Mestrado*. Universidade Federal de Santa Catarina, 86 pp.
- Vellinga, E. C. 2001a. Glossary. In: Noordeloos, M. E.; Kuyper, T. W.; Vellinga, E. C. *Flora Agaricina Neerlandica*. Lisse: AA Balkema Publishers, 2:54–64.
- Vellinga, E. C. 2001b. *Leucoagaricus* Locq. ex Singer. In: Noordeloos, M. E.; Kuyper, T. W.; Vellinga, E. C. *Flora Agaricina Neerlandica*. Lisse: AA Balkema Publishers, 5:850–108.

- Vellinga, E. C. 2003. Phylogeny of *Lepiota* (Agaricaceae) - Evidence from nrITS and nrLSU sequences. *Mycologia Progress*, 2(4):305–322.
- Vellinga, E. C. 2004a. Genera in the family Agaricaceae: evidence from nrITS and nrLSU sequences. *Mycological Research*, 108(4):354–377.
- Vellinga, E. C. 2004b. Ecology and distribution of Lepiotaceous fungi (Agaricaceae) – A Review –. *Nova Hedwigia*, 78(3):273–299.
- Vellinga, E. C. 2006. Lepiotaceous fungi in California, U.S.A. – 3. Pink and lilac species in *Leucoagaricus* sect. *Piloselli*. *Mycotaxon*, 98:213–224.
- Vellinga, E. C. 2010. Lepiotaceous fungi in California, U.S.A. *Leucoagaricus* sect. *Piloselli*. *Mycotaxon*, 112:393–444
- Vellinga, E. C.; Davis, R. M. 2006. Lepiotaceous fungi in California, U.S.A. – 1. *Leucoagaricus amanitoides* sp. nov. *Mycotaxon*, 98:197–204.
- Vellinga, E. C.; Noordeloos, M. E. 2001. Glossary. In: Noordeloos, M. E.; Kuyper, T. W.; Vellinga, E. C. *Flora Agaricina Neerlandica*. Lisse: AA Balkema Publishers, 5:6–11.
- Vellinga, E. C.; Sundberg, W. J. 2008. Lepiotaceous fungi in California, U.S.A. 6. *Lepiota castanescens*. *Mycotaxon*, 103:97–108.
- Vellinga, E. C.; Sysouphanthong, P.; Hyde, K. D. 2011. The family Agaricaceae: phylogenies and two new white-spored genera. *Mycologia*, 103(3):494–509.
- Wartchow F., Putzke J.; Cavalcanti M. A. 2008 Agaricaceae Fr. (Agaricales, Basidiomycota) from areas of Atlantic forest in Pernambuco, Brazil. *Acta bot. bras.* 22(1):287–299.