

Salomé Urrea Valencia

**O GÊNERO *LEUCOCOPRINUS* PAT. (AGARICACEAE) NO
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.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Maria Alice Neves

Florianópolis
2013

AGRADECIMENTOS

Quero estender sinceros agradecimentos ao corpo docente e discente do programa de Pós graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas-UFSC, pelo acompanhamento no processo de formação, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior –CAPES pela bolsa para dito fim.

Ao laboratório de Micologia MICOLAB-UFSC por brindar o espaço para o desenvolvimento da pesquisa, e a seus integrantes pela participação constante não somente no processo de formação acadêmica, como também no processo de formação pessoal.

Aos laboratórios de Biologia Molecular - UFSC e KEW, Laboratório de Criptógamas - UnB e Laboratório de Micologia - NYBG, por brindar o espaço para realizar parte das análises da pesquisa desenvolvida.

Aos herbários PACA, ICN, FH, NYBG e SFSU por permitir a visitação e acesso às coleções e à literatura; também aos herbários INPA e RB pelo empréstimo de materiais e ao herbário FLOR pela ágil tramitação dos empréstimos.

Especiais agradecimentos para minha orientadora e amiga Maria Alice Neves, quem depositou sua confiança em mim já desde o começo do processo seletivo para ingressar ao programa.

RESUMO

O gênero *Leucocoprinus* Pat. (Agaricaceae) é incluído em *Lepiota* s.l., complexo que compreende um grande número de cogumelos caracterizados por apresentarem lamelas livres, esporada branca e anel. Foram coletados 67 espécimes do gênero no estado de Santa Catarina e foram analisadas conservando-se as características taxonômicas morfológicas como hipótese de pesquisa. Foram identificadas cinco espécies: *Lc. birnbaumii*, *Lc. brunneoluteus*, *Lc. fragilissimus*, *Lc. ianthinus* e *Lc. longistriatus*. A partir de literatura e revisão de coleções de herbário foi obtida a distribuição geográfica para o Brasil de 25 espécies de *Leucocoprinus* e 136 espécies de *Lepiota* s.l. compreendidas em 12 gêneros. Foram realizadas análises de máxima parcimônia (MP) e inferência Bayesiana (PP) utilizando sequências de ITS de táxons coletados durante o desenvolvimento do projeto junto com sequências similares obtidas do GenBank. A relação de espécimes de *Leucocoprinus* com fungos cultivados por formigas da tribo Attini é discutida com base nas análises moleculares.

Palavras-chave: taxonomia, distribuição geográfica, simbiose.

ABSTRACT

Leucocoprinus Pat. (Agaricaceae) has been included in *Lepiota* s.l., a complex that comprises a large number of mushrooms characterized by presenting free lamellae, white spore print and ring. Sixty seven specimens of *Leucocoprinus* were collected in Santa Catarina and were studied taking into account the morphological taxonomic characteristics as research hypothesis. Five species were identified: *Lc. birnbaumii*, *Lc. brunneoluteus*, *Lc. fragilissimus*, *Lc. ianthinus*, and *Lc. longistriatus*. Data for the geographic distribution in Brazil were gathered based on literature and revision of herbaria specimens of 25 species of *Leucocoprinus* and 136 species of *Lepiota* s.l. represented by 12 genera. Maximum parsimony (MP) and Bayesian inference (PP) were made including ITS sequences from taxa collected during this project and similar sequences retrieved from GenBank. The relationship of *Leucocoprinus* species and Attine ants is discussed based on molecular analyses.

Keywords: taxonomy, geographic distribution, symbiosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Características macro e microscópicas do gênero <i>Leucocoprinus</i>	5
Figura 2 Tipos de pileipelis	6
Figura 3 Distribuição geográfica de <i>Leucocoprinus</i> no Brasil	9
Figura 4 Distribuição geográfica de <i>Leucocoprinus</i> no Brasil, baseada na revisão de literatura	15
Figura 5 Estruturas atípicas	26
Figura 6 Teste de isolamento de leveduras	27
Figura 7 Hábito de <i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	30
Figura 8 Características microscópicas de <i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	31
Figura 9 Características microscópicas de <i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	32
Figura 10 Hábito de <i>Leucocoprinus brunneoluteus</i>	35
Figura 11 Características microscópicas de <i>Leucocoprinus brunneoluteus</i>	36
Figura 12 Características microscópicas <i>Leucocoprinus brunneoluteus</i>	37
Figura 13 Hábito de <i>Leucocoprinus fragilissimus</i>	40
Figura 14 Características microscópicas de <i>Leucocoprinus fragilissimus</i>	41
Figura 15 Hábito de <i>Leucocoprinus ianthinus</i>	44
Figura 16 Características microscópicas de <i>Leucocoprinus ianthinus</i>	45
Figura 17 Hábito de <i>Leucocoprinus longistriatus</i>	48
Figura 18 Características microscópicas de <i>Leucocoprinus longistriatus</i>	49
Figura 19 Características microscópicas de <i>Leucocoprinus longistriatus</i>	50
Figura 20 Relações filogenéticas de fungos lepiotáceos e fungos cultivados por formigas a partir de análises de inferência bayesiana	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Distribuição geográfica do gênero <i>Leucocoprinus</i> no Brasil	17
Tabela 2 Sequências de coleções incluídas na análise filogenética	74

SÚMARIO

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS E TABELAS	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Aspectos gerais de Agaricaceae	1
1.2. Aspectos taxonômicos de <i>Leucocoprinus</i>	3
1.3. Aspectos ecológicos: Interações de <i>Leucocoprinus</i> com formigas.....	7
1.4. Distribuição geográfica do gênero no Brasil	8
OBJETIVOS	10
Objetivo geral.....	10
Objetivos específicos.....	10
2. METODOLOGIA	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1 Capítulo I Distribuição geográfica de <i>Leucocoprinus</i> Pat. no Brasil	15
3.2 Capítulo II Tratamento taxonômico.....	22
1. <i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	28
2. <i>Leucocoprinus brunneoluteus</i>	33
3. <i>Leucocoprinus fragilissimus</i>	38
4. <i>Leucocoprinus ianthinus</i>	42
5. <i>Leucocoprinus longistriatus</i>	46
3.3 Capítulo III Estudo preliminar da relação entre fungos leucocoprinoídeos e fungos cultivados por formigas da tribo Attini..	51
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	57
Apêndice A Ocorrências de <i>Lepiota</i> s.l. no Brasil.....	64
Apêndice B Coleções do GenBank incluídas na análise filogenética	74
Apêndice C Árvore consenso da análise de parcimônia utilizando o marcador ITS.....	78

1. INTRODUÇÃO

O estudo dos fungos data da época do renascimento, onde a possibilidade de indagação e pesquisa recuperava força após um período de proibições. Plínio Segundo foi um dos pioneiros em nomear espécies de fungos, no seu livro *Naturalis Historia* cita *Lepiota procera* (Scop.) Gray descrevendo um fungo comestível com forma de tambor. Na mesma época Gianbattista Porta no livro *Villae Libri XII* faz referência ao fungo comestível chamado de Conocchielle, posteriormente também identificado como *L. procera*. Com o aumento do interesse pelo conhecimento dos fungos as espécies descritas foram sendo publicadas em livros de botânica de importantes naturalistas da época destacando-se os trabalhos de Caspar Bauhin, Jonh Ray, Jakob Dillenius, Elias Magnus Fries, Carl Von Linné, sendo eles os pioneiros no estudo de fungos da família Agaricaceae (Candusso e Lanzoni, 1990).

1.1. Aspectos gerais de Agaricaceae

Agaricaceae Chevall. (Agaricales, Basidiomycota; Hibbett *et al.* 2007) inclui a espécie *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach, o *champignon*, e é composta por 85 gêneros (+80 Sinônimos) e aproximadamente 1340 espécies (Kirk *et al.* 2008). Os membros de Agaricaceae são cogumelos que possuem véu parcial (que dá origem ao anél), com cor de esporada variável mas nunca cor de ferrugem ou marrom-canela (Hawksworth *et al.* 1995). Atualmente a família é foco de estudos moleculares que geraram um amplo influxo de espécies, especialmente de táxons gasteroides e secotiodies (Vellinga *et al.* 2011).

Espécimes da família podem estar presentes em dunas e desertos, mas são encontrados com maior frequência na terra, aréia, húmus, madeira, tecidos de plantas vivas ou mortas e em musgos. São muito comuns em jardins e nunca são encontrados formando ectomicorrizas (Singer 1986).

Ainda não se tem conhecimento dos fatores que limitam a formação de basidiomas, mas se sabe que a temperatura, a umidade e a luz podem ter influência. Em regiões temperadas é comum a ocorrência de *Leucocoprinus* no verão quando a temperatura é maior do que 15°C. Também já foi registrado que podem ocorrer em pilhas de compostagem onde a temperatura é mais elevada. Algumas espécies são frequentes em jardins, vasos e em casas de vegetação, como *Lc. birnbaumii*, *Lc. cepistipes*, *Lc. cretaceus*, *Lc. ianthinus* e *Lc. straminellus*.

Ocasionalmente também podem ocorrer em ambientes abertos, sobre serapilheira ou serragem (Vellinga 2004b).

A classificação taxonômica mais aceita da família foi proposta por Singer (1986), principalmente com base na reação dos esporos nos reagentes azul de Cresyl e Melzer. Singer (1986) a dividiu em quatro tribos: *Agariceae* Pat. (gênero tipo: *Agaricus* L. ex Fr. s.s. Karst), *Cystodermateae* Sing. (gênero tipo: *Cystoderma* Fayod.), *Lepioteae* Fayod (gênero tipo: *Lepiota* (Pers. ex) S. F. Gray.) e *Leucocoprineae* Sing. (gênero tipo: *Leucocoprinus* Pat.).

Agariceae inclui cogumelos que apresentam esporada de cor marrom, marrom-roxo ou sépia, esporos sem reação dextrinoide quando observados em reagente de Melzer e, quando são dextrinoides não têm reação metacromática na parede quando montados em azul de Cresyl.

Cystodermateae, *Lepioteae* e *Leucocoprineae* são cogumelos com esporada de coloração clara, variando desde branca, creme, amarelada, lilás pálido, rosa alaranjado, até verde.

Cystodermateae apresenta esporos sem reação dextrinoide e quando essa reação está presente, não exibem reação metacromática da parede em azul de Cresyl. *Lepioteae* e *Leucocoprineae* têm esporos dextrinoides ou amiloides, mas só em *Leucocoprineae* se observa claramente a reação metacromática.

Devido às diferenças de cor da esporada, Roze (1876) propôs a família Lepiotaceae para aqueles cogumelos dentro de Agaricaceae que possuíam esporada clara, conhecidos comumente como lepiotáceos ou lepiotas. Alguns autores como Bon (1993) adotaram esta classificação, embora Singer (1986) tenha evidenciado que a família não tinha validade nomenclatural e foi reduzida a um *nomem nudum*, conservando-se as lepiotas dentro de Agaricaceae.

A pesquisa molecular mais recente da família realizada por Vellinga *et al* (2011) baseada em análises dos fragmentos ITS, LSU, *rpb2* e *tefl*, contribuiu significativamente à filogenia de Agaricaceae. A evidência da sinonímia das famílias Lycoperdaceae Chevall., Podaxaceae Corda e Tulostomaceae E. Fisch. com Agaricaceae foi evidenciada nesse trabalho. Assim, a família Agaricaceae abrange fungos de hábito agaricoide, secotioide e gasteroide das famílias Lycoperdaceae, Podaxaceae, Battarreaceae Corda, Secotiaceae Tul., Lepiotaceae Roze (nome não válido), Tulostomataceae, Mycenastraceae

Zeller, Phelloriniaceae Ulbr., Montagneaceae Singer, Leucocoprinaceae Jülich. (Vellinga 2009).

1.2. Aspectos taxonômicos de *Leucocoprinus*

Leucocoprinus Pat. J. Bot., Paris 2: 16 (1888)

= *Lepiotohyllum* Locq., Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 11: 4 (1942)

= *Leucobolbitius* (J. E. Lange) Locq., (1952)

= *Mastocephalus* Battarra ex Kuntze, Bulletin of the New York Botanical Garden 5: 448 (1891)

Patouillard (1888) reconheceu que os gêneros *Lepiota* (Pers.) Gray e *Coprinus* Pers. compartilhavam características macroscópicas tais como o estipe facilmente removível do píleo, presença de anel, ausência de volva e lamelas livres. Eles se distinguem pela cor da esporada (clara em *Lepiota*, e escura em *Coprinus*) e por características de hábito e habitat particulares de cada gênero como a fragilidade dos basidiomas. Pelo fato de muitas coleções de *Lepiota* apresentarem um crescimento rápido e basidiomas frágeis, como em *Coprinus*, Patouillard sugeriu que entre os *Lepiota* de Fries havia espécies de *Coprinus*, mas de esporada branca, agrupando-os assim no gênero *Leucocoprinus*.

Macroscopicamente (Figura 1.a.) o gênero é caracterizado por apresentar basidiomas pequenos a médios, geralmente frágeis com hábito lepiotoide ou coprinoide. O píleo é membranoso, de superfície flocosa, escamosa a escamosa fibrilosa, e margem estriada. O contexto é delgado, apresentando ou não mudança de cor quando exposto. O himenóforo é lamelar, com lamelas livres, delgadas, próximas, às vezes deliquescentes, produzindo esporada branca. O estipe é central, podendo ser reto ou bulboso, com anel membranoso e evanescente.

Leucocoprinus inclui espécies de hábito de crescimento solitário a gregário, às vezes cespitoso. Todas as espécies são sapróbias terrestres, com menor frequência lignícolas (Heinemann 1977), colonizam compostagem e solos ricos em nutrientes, e raramente crescem em madeira em decomposição, como *Lc. birnbaumii*, *Lc. citrinellus* e *Lc. rivulosus* (Albuquerque *et al.* 2006), ou em serragem (Vizzini & Migliozi 2007).

Microscopicamente (Figura 1.b-e.) os basidiósporos são caracterizados por apresentarem poro germinativo coberto ou não por uma capa hialina, às vezes o poro é ausente, como na seção *Denudati*. A

reação dos esporos em diferentes reagentes é fundamental para a taxonomia do grupo: em reagente de Melzer observa-se reação dextrinoide (os esporos tornam-se marrom a marrom-avermelhado); em Azul de Cresyl, reação metacromática (o endosporo adquire coloração rosa a fortemente roxa, esta reação pode ser bem observada na área do poro germinativo); às vezes os esporos podem ser congófilos (fortemente avermelhados quando observados no corante de contraste Vermelho Congo). A trama do himênio é regular a lacunosa ou trabecular. O himênio é do subtipo-*Psathyrella* de Buller (com presença de pseudoparáfises senso Singer & Gamundí 1963). Os pleurocistídios geralmente estão ausentes e os queilocistídios são abundantes e de formas variadas. A pileipelis (Figura 2) é muito variável entre as espécies, ocasionalmente com a presença de esferocistos, podendo ser um epitélio formado por diferentes tipos de células, até tricodermal ou himeniforme. As hifas não apresentam fíbulas (Franco-Molano 1994).

Embora as principais características para separar *Leucocoprinus* de outros gêneros sejam a margem do píleo estriada e a presença de pseudoparáfises (Figura 1.d.), a taxonomia do grupo ainda é confusa e alguns autores assinalam que estes são caracteres de baixo valor taxonômico. A presença de pseudoparáfises não é clara e diferentes autores discutem a validade dessa característica. Vellinga (2004a), por exemplo, declara que a característica surgiu várias vezes dentro da família, e Birkebak (2010) sugere que ainda não é claro se essa característica surgiu em diferentes momentos dando origem a grupos de espécies próximos ou se foi adquirida e se perdeu várias vezes ao nível de espécie e, portanto, não tem valor taxonômico. Outros autores consideram que a presença de pseudoparáfise é um caráter importante em pesquisas que misturam análises morfológicas (empregando-os como hipótese de pesquisa p.ex. Liang *et al.* 2010) e moleculares.

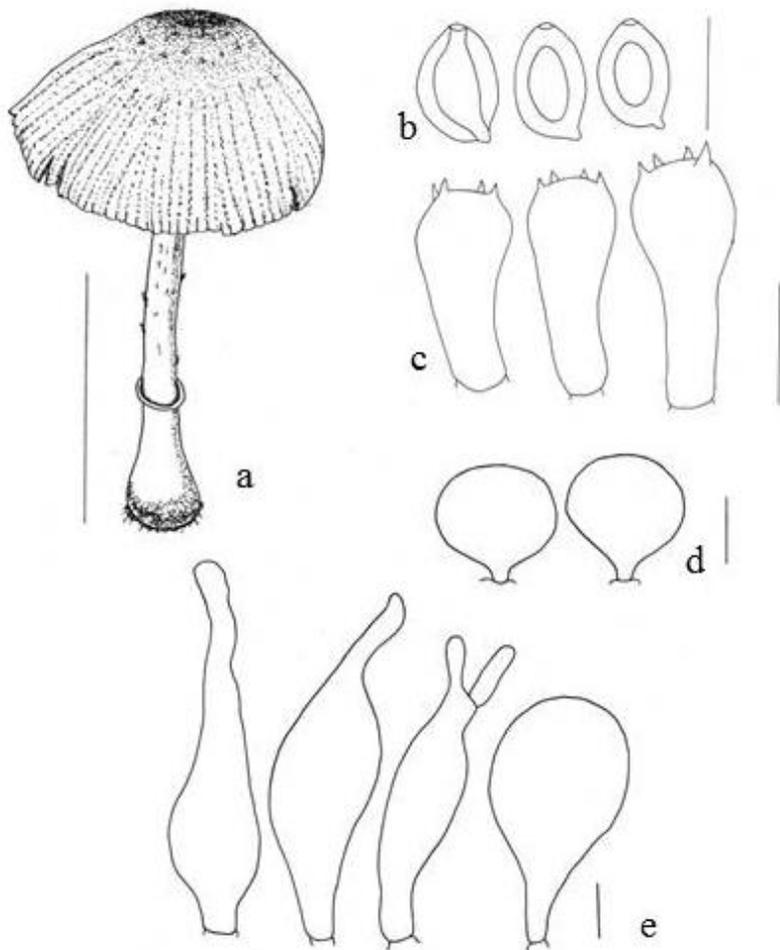


Figura 1 Características macro e microscópicas de *Leucocoprinus* a. hábito de *Lc. ianthinus*, b. esporos, c. basídios, d. pseudoparáfises, e. cistídios. Escala (a) 1cm; (b-e) 10 μ m.

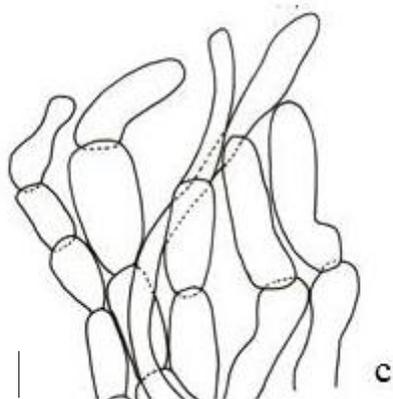
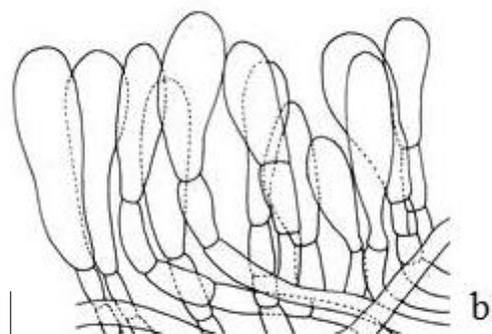


Figura 2 Tipos de pileipelis. a. com hifas prostradas, b. himeniforme, c. tricodermal. Escala 10 μ m.

Atualmente a posição filogenética do gênero também não é completamente clara e Vellinga (2004a), baseando-se em análises das regiões ITS (internal transcribed spacer) e LSU (nuclear large subunit ribosomal RNA), sustentou o agrupamento dos gêneros *Leucoagaricus* Locq. ex Singer (exceto *La. americanus* (Peck) Vellinga e *La. meleagris* (Gray) Singer) e *Leucocoprinus* (incl. *Rugosospora* Heinem.) em um clado monofilético *Leucoagaricus/Leucocoprinus* (incl. *Sericiomyces* Heinem.). Esse clado também teve suporte na filogenia mais recente da família Agaricaceae (Vellinga *et al.* 2011), entretanto evidências do clado já tinham sido observadas em pesquisas anteriores por Johnson & Vilgalys (1998 baseados em nLSU) e Johnson (1999 baseado em nLSU, ITS, mtSSU) que demonstraram as relações filogenéticas de *Lepiota* s.l.

Assim, o clado *Leucoagaricus/Leucocoprinus* inclui basidiomas de hábito agaricoide, com esporos brancos ou raramente marrons, com ou sem poro germinativo, trama himenial trabecular e ausência de fíbulas (Vellinga 2004a). Contudo, espécies de *Leucocoprinus* sem poro germinativo e espécies neotropicais estão muito mal representadas nas análises moleculares.

1.3. Aspectos ecológicos: Interações de *Leucocoprinus* com formigas

Estima-se que o cultivo de fungos pelas formigas da tribo Attini (Hymenoptera, Formicidae) tenha se originado há cerca de 50 milhões de anos (Mueller *et al.* 1998, Schultz & brady 2008). As Attini são o único grupo de formigas que dependem obrigatoriamente da simbiose nutricional com fungos Agaricomycetes os quais são cultivados como "jardins" dentro de seus ninhos (Mikheyev *et al.* 2010). Estes fungos cultivados são propagados geralmente na forma de micélio (fase multicelular), mas o fungo também pode ser mantido pelas formigas como uma massa de levedura (fase unicelular), como ocorre em um subgrupo de espécies de *Cyphomyrmex* Mayr (Weber 1972). A maioria dos fungos cultivados por formigas, incluindo os cultivares de leveduras, pertence aos gêneros *Leucoagaricus* e *Leucocoprinus* da tribo Leucocoprineae (Vo *et al.* 2009).

Tradicionalmente tem sido assumido que os fungos cultivados por formigas são incapazes de viver de forma livre, ou seja, fora da associação simbiótica com formigas (Weber 1972). No entanto Mueller e colaboradores (1998) revelaram que dois fungos cultivados estão mais

relacionados filogeneticamente com fungos leucocoprínáceos de vida livre do que com outros fungos associados com formigas. Möller (1893) registrou pela primeira vez a formação de basidiomas no ninho de formigas da espécie *Acromyrmex disciger* Mayr, crescendo no estado de Santa Catarina, Brasil. O fungo inicialmente determinado como *Rozites gongylophora* Möller, foi transferido por Saccardo (1895) para o gênero *Pholiota* (Fr.) P. Kumm., embora Saccardo o tenha descrito como apresentando esporada marrom. Heim (1957) transferiu para *Leucocoprinus*, e finalmente, Singer (1975) o transferiu para *Leucoagaricus* (Franco-Molano 1994). Posteriormente outros autores registraram a associação de *Leucoagaricus gongylophorus* (Möller) Singer com diferentes espécies de formigas crescendo tanto em campo como em condições de laboratório (Bononi *et al.* 1981).

Durante as últimas três décadas a evolução e relação entre fungos e formigas têm sido bem estudadas, porém, existem poucos registros e pesquisas que tenham identificado os espécimes de vida livre associados a ninhos de formiga (Mueller 2002, Vo *et al.* 2009). Os registros existentes apenas apontam esses espécimes como correspondendo a fungos leucocoprínáceos.

1.4. Distribuição geográfica de *Leucocoprinus* no Brasil

Registros de diferentes lugares do mundo revelam que *Leucocoprinus* tem distribuição cosmopolita (Kumar & Manimohan 2004), tropical a subtemperada (Pegler 1986), sendo comum nos trópicos de ambos os hemisférios (Singer 1986) e ausente na região ártica e subalpina (Vellinga 2004b).

Um número significativo de registros para o Brasil foi obtido pela primeira vez por Rick¹ (1905, 1906, 1907, 1908, 1920, 1937, 1961) e Raitelhuber (1987, 1991) para o Estado do Rio Grande do Sul. Até o momento foram registradas para o país 25 das 95 espécies citadas no *Index Fungorum*, e não há registro para o estado de Santa Catarina. Existe apenas um material de *Leucocoprinus* cf. *venezuelanus*

¹ Pioneiro da micologia no Brasil, o padre jesuíta J. Rick é considerado o pai da micologia brasileira. Organizou cerca de 12.000-15.000 exsiccatas de fungos depositadas no Herbario PACA e fomentou a tradução de trabalhos clássicos na micologia para o português (Fidalgo 1968).

depositado no Herbário Dr. Roberto Miguel Klein (FURB), da Fundação Regional de Blumenau.

A distribuição geográfica do gênero no Brasil (Figura 3) inclui os estados do Amazonas (sete espécies), Bahia (uma espécie), Minas Gerais (cinco espécies), Paraíba (uma espécie), Paraná (cinco espécies), Pernambuco (três espécies), Rio Grande do Norte (uma espécie), Rio Grande do Sul (20 espécies), Rio de Janeiro (duas espécies), Rondônia (duas espécies) e São Paulo (oito espécies).



Figura 3 Distribuição geográfica de *Leucocoprinus* no Brasil.

OBJETIVOS

Devido ao baixo conhecimento sobre *Leucocoprinus* no Brasil e a literatura ser escassa e dispersa, e corresponder principalmente a trabalhos de conclusão de curso e dissertações não publicadas, um dos principais objetivos do trabalho foi reunir em um único lugar essas informações. A coleta recente de materiais e a análise taxonômica e molecular de coleções de *Leucocoprinus* e a interpretação de dados ecológicos também foram objetivos da presente pesquisa.

Objetivo geral

Registrar a ocorrência de espécies do gênero *Leucocoprinus* no Brasil a partir de coletas aleatórias, de revisão de literatura e de outros materiais de referência.

Objetivos específicos

- Descrever e determinar espécimes de *Leucocoprinus* coletados durante o desenvolvimento do projeto.
- Registrar a distribuição geográfica das espécies do gênero que ocorrem no Brasil com base em bibliografia, coleções de herbário e coleções feitas durante o projeto.
- Evidenciar aspectos ecológicos do gênero seguindo as informações registradas em expedições de campo.
- Analisar a relação filogenética entre fungos lepiotáceos coletados no estudo e os cultivados por formigas da tribo Attini: (Hymenoptera, Formicidae) utilizando o marcador ITS.
- Disponibilizar o material coletado no herbário FLOR.

2. METODOLOGIA

A parte taxonômica do projeto foi desenvolvida nos laboratórios de micologia MICOLAB-UFSC, e no laboratório de micologia do NYBG. Foram analisados materiais macroscopicamente similares a *Leucocoprinus*. Para fins de comparação foram estudados espécimes de diferentes herbários: Coleção *Fungi Rickiani* depositada no Herbário Anchietao (PACA), Coleção *Patouillard* depositada no Farlow Herbarium (FH), Coleção H. D. Thiers depositada no herbário San Francisco State University (SFSU), e materiais do ICN, RB, INPA, NYBG e KEW. Os acrônimos seguem a denominação do *Index Herbariorum* (Thiers, B. [continuously updated]).

- Análise morfológica

Processamento das amostras

As coletas foram realizadas aleatoriamente e principalmente durante os meses chuvosos (novembro-abril), em três municípios de Santa Catarina (Joaçaba, Itapoá e Florianópolis), porém o 90% das coletas foram realizadas na Ilha de Santa Catarina. Uma porção de cada espécime foi colocada para desidratar em tubos plásticos (tipo *Eppendorf*) com sílica gel ou em cartão FTA (Dentinger *et al.* 2010) para posterior extração de DNA.

A descrição macroscópica do material fresco foi realizada segundo a terminologia de Largent *et al.* (1977), e posteriormente foi feito o desenho a mão livre dos basidiomas. Os espécimes foram desidratados em secadora de frutas e armazenados em sacos plásticos para posterior análise microscópica. Após a identificação os materiais foram depositados no herbário FLOR, Departamento de Botânica da UFSC.

Determinação taxonômica

Para a observação microscópica um pedaço do píleo foi colocado em álcool durante um minuto e depois reidratado em água. Foram feitos cortes tangenciais com lâmina de barbear e cortes paradermais e radiais do píleo (no centro), estipe e anel.

Os cortes foram observados em microscópio óptico, primeiro em água para identificar a cor real das estruturas e posteriormente em KOH, Vermelho Congo, reagente de Melzer e azul de Cresyl.

As características microscópicas foram descritas seguindo a terminologia e metodologia de Largent *et al.* (1977) e de Singer (1986). Todas as estruturas foram medidas, fotografadas e desenhadas em objetiva de 100X.

A identificação dos materiais foi feita com base nas chaves taxonômicas de Bon (1993), Candusso & Lanzoni (1990), Dennis (1952), Franco-Molano (1994), Heinemann (1977), Pegler (1972), Reid (1990), Singer (1986), Vellinga (2001) e Smith & Weber (1982).

- Análise molecular

A extração de DNA dos materiais seguiu o protocolo de Dentinger e colaboradores (2010) e foi realizada no laboratório de biologia molecular do Departamento de Botânica da UFSC (BOT-UFSC). A amplificação e sequenciamento do marcador ITS foram feitos utilizando os *primers* ITS8-F e ITS6-R (Dentinger *et al.* 2010) e realizados em parceria com o Jodrell Laboratory no Kew Royal Botanic Gardens. O alinhamento e análise das sequências foi realizado no Laboratório de Criptógamas da UnB e no laboratório de biologia molecular do BOT-UFSC. Os *contigs* das sequências foram obtidos com o programa Codon Code Aligner 4.2.4, as sequências foram alinhadas com o programa MEGA 5.2 e posteriormente corrigidas manualmente.

Para inferir sobre as relações de *Leucocoprinus* com fungos cultivados por formigas Attini foram utilizadas as sequências obtidas neste trabalho e sequências similares disponibilizadas no GenBank. Utilizando a ferramenta BLAST foram selecionadas as sequências com porcentagem de semelhança superior a 95%. As análises de máxima parcimônia (MP) foram feitas utilizando o programa MEGA 5.2 usando o método de busca *Tree-Bisection-Reconnection* (TBR) com um número de 1000 repetições, gerando 10000 árvores. Foi escolhido o modelo evolutivo HKY, com 5 categorias gamma e sem sítios invariantes (HKY+G) no programa jmodeltest 1.2.4. As análises de inferência bayesiana (PP) foram realizadas com o programa Beast 1.7.5 usando o algoritmo MCMC do programa e 20.000.000 gerações mantendo as árvores geradas a cada 2.000. Os gaps foram considerados como dados perdidos. *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer foi escolhida como grupo externo.

- Distribuição geográfica de *Leucocoprinus* no Brasil

A compilação dos dados para conhecer a distribuição geográfica de *Leucocoprinus* no Brasil foi feita através de revisão de referências bibliográficas incluindo artigos, livros, dissertações e teses, além de dados de herbários. Para cada uma das espécies registradas foi anotada a distribuição e o herbário onde o material está depositado, no entanto para algumas espécies não foi possível reunir as informações completas.

Os nomes das espécies foram confirmados no portal *Index Fungorum*. As espécies registradas na literatura que não foram encontradas no *Index Fungorum* não foram incluídas neste trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, quando o trabalho foi proposto, foi delimitado como área de estudo o estado de Santa Catarina, razão pela qual o esforço de coletas concentrou-se nesse estado. Porém, no decorrer do desenvolvimento da metodologia, foram utilizadas informações de coleções tombadas em diferentes herbários nacionais e internacionais, sendo examinadas coleções dos herbários PACA, INPA, ICN, RB, KEW, NYBG, SFSU e FH.

A delimitação morfológica de *Leucocoprinus* não é clara e tem se apresentado como uma dificuldade para distinguir de outros gêneros. Neste trabalho aceitou-se a circunscrição clássica de *Leucocoprinus* como hipótese de pesquisa e para a delimitação inicial para as coletas se consideraram espécimes com margem do píleo estriada, presença de pseudoparáfises e hifas sem fíbulas. No entanto foram coletados também espécimes de gêneros próximos, principalmente *Leucoagaricus*, *Lepiota* s.s. e *Sericeomyces* Heinem., obtendo um total de 127 amostras.

Os resultados são apresentados aqui divididos em três capítulos:

O primeiro capítulo trata da distribuição geográfica de *Leucocoprinus* no Brasil. A lista de espécies foi obtida a partir da revisão de literatura e materiais de herbário incluindo, além de *Leucocoprinus*, uma lista de espécies de *Lepiota* s.l. Os registros obtidos foram publicados na Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012, 2013.

O segundo capítulo corresponde à análise taxonômica dos espécimes coletados durante o projeto e de material de herbário. São apresentadas cinco ocorrências do gênero para o estado de Santa Catarina, com considerações ecológicas para cada espécie e desenhos das estruturas macro e microscópicas (elaboração de artigo para publicação em andamento). Também é discutida a validade de alguns caracteres taxonômicos considerados em *Leucocoprinus*.

No terceiro capítulo é apresentada, de forma preliminar, a análise molecular das sequências do marcador ITS obtidas nessa pesquisa e de sequências similares selecionadas disponíveis no GenBank. Discute-se a relação de alguns dos espécimes de fungos com fungos cultivados por formigas da tribo Attini.

3.1 Capítulo I

Distribuição geográfica de *Leucocoprinus* Pat. no Brasil

Foram revisadas 30 publicações, registrando 25 espécies de *Leucocoprinus* (Tabela 1) em 14 estados (Figura 4). Desses registros, 17 foram incluídos na Lista de Espécies da Flora do Brasil (Capelari *et al.* 2013). Todos os registros para o estado de Santa Catarina listados pela primeira vez, também foram incluídos novos registros do gênero para os estados de Amazonas, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul.

A lista de espécies obtida foi publicada na Lista de Espécies de Flora do Brasil 2012 e 2013, junto com uma lista de espécies de *Lepiota* s.l. (Apêndice I). Os nomes adicionados à lista aparecem marcados com um asterisco {*}, os nomes sem marca correspondem a registros anteriormente disponibilizados no portal por outros autores; os estados marcados com um asterisco * correspondem a novas ocorrências de uma espécie previamente registrada na lista por outros autores.



Figura 4 Distribuição geográfica de *Leucocoprinus* no Brasil, baseada na revisão de literatura.

Leucocoprinus badhamii (Berk. & Broome) Locq.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1937; 1961 (PACA 8782; 8783); Raithelhuber 1988).

Leucocoprinus birnbaumii (Corda) Singer, Sydowia

Distribuição: Bahia (Góes Neto 1994); Mato Grosso do Sul (Bononi *et al.* 2008 (SP381332); Paraíba (JPB50669); Paraná (Meijer 2006); Rio Grande do Sul (Sobestiansky 2005; Albuquerque *et al.* 2006; Rother & Silveira 2008; 2009 (ICN 139323; 139324; 139325; 139326); Santa Catarina* (Capelari *et al.* 2013; (FLOR0050939; FLOR0051050); São Paulo (Capelari 1989 (SP178034; SP193830) Grandi *et al.* 1984).

Leucocoprinus brebissonii (Godey) Locq.

Distribuição: Amazonas* (Coleção de Fungos INPA 2013 (INPA 77295; 77460; 82181); Rio de Janeiro* (Albuquerque 2006 (RB417280; RB415690; RB415689); Rio Grande do Sul (Albuquerque *et al.* 2006; Rother & Silveira 2008 (ICN 139328); 2009); Rondônia (Capelari & Maziero 1988 (SP193841; SP193842; SP193840; SP193844; SP194192; SP193835; SP193838; SP193839; SP193843; SP194742; SP194011; SP193991; SP193996); São Paulo (Capelari 1989 (SP193650; SP193744; SP193807; SP193988; SP193995).

Leucocoprinus brunneoluteus Capelari & Gimenes

Distribuição: Amazonas* (Coleção de Fungos (INPA 2013 INPA 237645); Espírito Santo* (FLOR48069) Santa Catarina* (FLOR 47980); São Paulo (Capelari & Gimenes SP307880).

{*} ***Leucocoprinus brunnescens*** (Peck) Locq.

Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009); Pernambuco (Herbário Pe. Camille Torrand 2013(URM 75624); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota brunnescens*] (PACA 8801; 8802).

{*} ***Leucocoprinus bulbipes*** (Mont.) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 (PACA8803; PACA8804); Raithelhuber 1987).

Tabela 1 Distribuição geográfica do gênero *Leucocoprinus* no Brasil

Espécie	Distribuição geográfica				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
<i>Lc. badhamii</i> (Berk. & Broome) Locq.					RS
<i>Lc. birnbaumii</i> (Corda) Sing.		BA; PB	MS	SP	PR; SC*; RS
<i>Lc. brebissonni</i> (Godey) Locq.	AM*; RO			RJ*; SP	RS
<i>Lc. brunneoluteus</i> Capelari & Gimenes	AM*			ES*; SP	SC*
{*} <i>Lc. brunnescens</i> (Peck) Locq.		PE		MG	RS
{*} <i>Lc. bulbipes</i> (Mont.) Raithelh.					RS
<i>Lc. cepistipes</i> (Sowerby) Pat.	RO	PI		SP	PR; RS
{*} <i>Lc. citrinellus</i> (Speg.) Raithelh.				SP	RS
<i>Lc. cretaceus</i> (Bull.) Locq.		PE*			PR*; RS
{*} <i>Lc. cristatulus</i> (Rick) Raithelh.					RS
{*} <i>Lc. fibrillosus</i> Raithelh.					RS
<i>Lc. fragilissimus</i> (Berk. & M.A. Curtis) Pat.	RO	PB*; PE*; RN*		SP	PR; SC*; RS*
{*} <i>Lc. ianthinus</i> (Cooke) P. Mohr				RJ	SC
{*} <i>Lc. inflatus</i> Raithelh.					RS
{*} <i>Lc. longistriatus</i> (Peck) H.V. Sm. & N.S. Weber				MG	SC; RS

Continuação **Tabela 2** Distribuição geográfica do gênero *Leucocoprinus* no Brasil

Espécie	Distribuição geográfica				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
{*} <i>Lc. phaeopus</i> (Rick) Raithelh.					RS
{*} <i>Lc. proletarius</i> (Rick) Raithelh.					RS
{*} <i>Lc. revolutus</i> (Rick) Raithelh.					RS
{*} <i>Lc. rivulosus</i> Raithelh.					RS
{*} <i>Lc. russoceps</i> (Berk. & Broome) Raithelh.					RS
{*} <i>Lc. straminellus</i> (Bagl.) Narducci & Caroti				RJ	RS
<i>Lc. sulphurellus</i> Pegler		PE*		MG*; SP	
{*} <i>Lc. tenellus</i> (Boud.) Locq.				MG	
{*} <i>Lc. venezuelanus</i> Dennis	AM			MG; SP	

Leucocoprinus cepistipes (Sowerby) Pat.

Distribuição: Piauí (Capelari *et al.* 2013); Paraná (Capelari *et al.* 2013); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota cepistipes*] (PACA8806); Gúzman & Gúzman-Dávalos 1992); Albuquerque *et al.* 2006; Rother & Silveira 2008 (ICN139328; ICN139329); Rôndonia (Capelari & Maziero 1988); São Paulo (Bononi *et al.* 1981 (SP177908); Bononi *et al.* 1984).

{*} ***Leucocoprinus citrinellus*** (Speg.) Raithelh.

Distribuição: São Paulo (Capelari 1989); Rio Grande do Sul (Rick 1961 (PACA8809); Gúzman & Gúzman-Dávalos 1992; Albuquerque *et al.* 2006).

Leucocoprinus cretaceus (Bull.) Locq.

Distribuição: Paraná* (Ferreira & Cortez 2012) Pernambuco* (Wartchow 2008 (URM 78667; HCB 18240); Rio Grande do Sul (Sobestiansky 2005; Meijer 2006; Rother & Silveira 2008 (ICN 139330; ICN139331).

{*} ***Leucocoprinus cristatulus*** (Rick) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Raithelhuber 1991; Albuquerque *et al.* 2006).

{*} ***Leucocoprinus fibrillosus*** Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota fibrillosa*]; Albuquerque *et al.* 2006).

Leucocoprinus fragilissimus (Berk. & M.A. Curtis) Pat.

Distribuição: Paraná (Meijer 2006); Paraíba* (JPB 50674) Pernambuco* (Wartchow 2008); Rio Grande do Norte* (Herbário UFRN 2013 (UFRN-Fungos 951; 1144); Rio Grande do Sul* (Rick 1961 [como *Lepiota licmophora*]; Albuquerque *et al.* 2006; Rother & Silveira 2008 (ICN139332; ICN139333; ICN139334); Rondônia (Capelari & Maziero 1988); São Paulo (Bononi *et al.* 1981 (SP60947); Pegler 1997 (SP214440); Santa Catarina* (Capelari *et al.* 2013; (FLOR0051080, FLOR0038681, FLOR0050942).

{*} ***Leucocoprinus ianthinus*** (Sacc.) P. Mohr

Distribuição: Rio de Janeiro (Albuquerque *et al.* 2007 (RB417265; RB415686); Santa Catarina (FLOR0051051).

{*} *Leucocoprinus inflatus* Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota trombophora*]; Raithelhuber 1987).

{*} *Leucocoprinus longistriatus* (Peck) H.V. Sm. & N.S. Weber

Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota longistrata*] (PACA 8848); Santa Catarina (FLOR0051081; FLOR0051081).

{*} *Leucocoprinus noctiphilus* (Ellis) Heinem.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota noctiphylla*] (PACA 8864); Raithelhuber 1991).

{*} *Leucocoprinus phaeopus* (Rick) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota phaeopus*]; Raithelhuber 1991).

{*} *Leucocoprinus proletarius* (Rick) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota proletaria*]; Raithelhuber 1991).

{*} *Leucocoprinus revolutus* (Rick) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota revoluta*] (PACA 8892); Raithelhuber 1991).

{*} *Leucocoprinus rivulosus* Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota sordescens*] (PACA 8915); Raithelhuber 1987).

{*} *Leucocoprinus russoceps* (Berk. & Broome) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota russoceps*] (PACA 8911; 8912); Raithelhuber 1987).

{*} *Leucocoprinus straminellus* (Bagl.) Narducci & Caroti

Distribuição: Rio Grande do Sul (Albuquerque *et al.* 2006); Rio de Janeiro (Albuquerque 2006 (RB417258; RB418370).

Leucocoprinus sulphurellus Pegler

Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009); Pernambuco* (Wartchow *et al.* 2008 (URM 78662, HCB 18237, UMR 78677); São Paulo (Pegler 1997 (SP214553; SP 214303 - K(M) 26927).

{*} *Leucocoprinus tenellus* (Boud.) Locq.
Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009).

{*} *Leucocoprinus venezuelanus* Dennis
Distribuição: Amazonas* (Herbário INPA (INPA 82369); Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009); São Paulo (Pegler 1997 (SP214419 - K(M)41978; SP214319 - K(M)41979).

3.2 Capítulo II

Tratamento taxonômico

Considerando a presença da margem do píleo plicado-estriada, e a consistência frágil do basidoma, 67 das 127 amostras coletadas no estado, corresponderam a *Leucocoprinus*. As restantes corresponderam a *Leucoagaricus* (8 amostras), *Lepiota* s.s. (18 amostras), *Sericeomyces* (3 amostras) e 31 amostras apresentaram características intermediárias entre *Leucoagaricus* (*La*), *Leucocoprinus* (*Lc.*), *Lepiota* s.s. (*L.*), e *Sericeomyces* (*Se.*). Posteriormente, fazendo uma análise microscópica detalhada e considerando fundamental a presença de pseudoparáfises, somente restaram 57 espécimes de *Leucocoprinus*, dos quais 13 foram identificados até espécie.

Como vem sido discutido, as características morfológicas que tradicionalmente circunscrevem *Leucocoprinus* não são muito precisas no momento de identificar as espécies. Seguindo a descrição estrita do gênero só foram reconhecidas cinco espécies entre os 13 materiais identificados (*Lc. birnbaumii*, *Lc. brunneoluteus*, *Lc. fragilissimus*, *Lc. ianthinus* e *Lc. longistriatus*).

Adotando a linha de classificação da taxonomia clássica, considera-se que a margem do píleo estriada, estriada-plicada a sulcada representa uma característica diagnóstica do gênero. Porém, nem todos os espécimes que apresentaram margem estriada apresentaram também pseudoparáfises no himênio, e devido à ausência dessa estrutura não foram incluídos nos resultados desse trabalho.

No que diz respeito às características microscópicas, reconhece-se que essas são muito variáveis entre os materiais, e que existem novos caracteres a serem descritos para delimitar melhor a circunscrição do gênero. Alguns desses caracteres podem ter sido ignorados em estudos anteriores porque representam características diagnósticas de novas espécies, ou porque podem estar presentes ou ausentes dependendo de condições alheias aos basidiomas (p.ex. fatores ambientais, relação simbiótica com formigas). No entanto não existe suficiente suporte para esclarecer o postulado aqui proposto.

São apresentadas abaixo as estruturas microscópicas que foram observadas e consideradas taxonomicamente importantes para o estudo das espécies de *Leucocoprinus* aqui incluídas. É apresentada uma descrição das características e se faz referência também às novas características encontradas.

Basidiósporos. Os esporos das amostras analisadas, geralmente apresentaram parede espessada, poro de germinação conspícuo que pode estar recoberto ou não por uma capa hialina. A reação metacromática conspícua ocorre na região do poro, sendo que as paredes podem ou não reagir.

Basídios. Os basídios apresentam 4 esterigmas na maioria dos espécimes, podendo apresentar 6-8 esterigmas em alguns espécimes. Segundo Singer & Gamundí (1963) os basídios em *Leucocoprinus* são heteromórficos quando se encontram misturados com pseudoparáfises devido ao processo paulatino de maturação da lamela. Foi observado aqui que podem ou não ser heteromórficos independente da presença de pseudoparáfises.

Cistídios. Não foram observados pleurocistídios nas amostras observadas, mas os queilocistídios são abundantes, apresentando morfologias e tamanhos variáveis, sempre com parede lisa e fina.

Trama da lamela. A trama da lamela geralmente é trabecular, formada por hifas cilíndricas a infladas. Em alguns materiais foram observadas estruturas proeminentes (Figura 5.a), de 15-30 x 5-15 μm , fixas ou soltas das hifas, de formatos variados, com parede engrossada e com poro nos ápices, fortemente metacromáticas especialmente na região dos poros. Não foi encontrado na literatura registro algum que descreva alguma estrutura parecida com o que foi observado nesse trabalho, cogita-se que poderiam ser estruturas de reprodução assexual (talvez clamidósporos).

Pileipelis. A superfície do píleo é fundamental para o reconhecimento de espécies e foi observada sempre no centro do píleo. Pode apresentar hifas prostradas, sub-eretas a eretas, sendo formada por apenas uma camada de hifas, ou ser estratificada em supra, média e subpileipelis. Também pode ser composta por hifas cilíndricas, desarticuladas a catenuladas que podem estar misturadas com elementos esféricos de 15-30 x 25-35 μm .

Em algumas amostras foi observada a presença de estruturas globosas (Figura 5.c) 3-8 x 4-6 μm , com apículo, de parede lisa e fina a ligeiramente engrossada, com conteúdo granuloso, com uma a duas gúttulas, ou sem conteúdo. Às vezes essas estruturas eram encontradas aderidas às hifas da pileipelis sem nenhum padrão definido, porém, foram observadas com maior frequência soltas tanto em cortes da lamela

como da pileipelis. Em algumas coleções as estruturas apresentaram uma prolongação do apículo formando filamentos similares a hifas sem septo e com conteúdo granuloso. Não foi encontrado na literatura nenhuma referência com descrições que incluam estruturas similares e considera-se provável que os elementos observados correspondam a estruturas de reprodução assexual ou uma passagem de algumas porções de hifa ao estágio leveduriforme. Para tentar obter maiores informações sobre esta última hipótese, foi feito um isolamento (sem réplica) de uma porção superficial de píleo e uma porção de lamela de dois materiais previamente desidratados e que apresentaram as estruturas (SUV90, SUV175). Ainda que sem suporte suficiente para afirmar que realmente correspondem a leveduras procedentes do material, foi observado que o crescimento dos isolados é muito similar ao crescimento leveduriforme (Figura 6.a-6.b). As observações ao microscópio de uma porção da massa isolada revelaram leveduras (Figura 6.c) e, em algumas ocasiões, foram observados elementos globosos (Figura 6.d) similares àqueles observados na microscopia dos materiais estudados. É necessário realizar análise molecular do material isolado para confirmar a hipótese.

Vinte e cinco dos materiais estudados apresentaram essas estruturas na pileipelis, a maioria deles com a superfície do píleo branco a creme coberta por esquamulas marrons, marrom-acinzentadas a negro-amarronzadas. Esses materiais não foram identificados ao nível específico devido à presença das estruturas. No entanto também não são aqui propostas novas espécies, pois além de ser necessário estudar mais materiais para entender a natureza dessas estruturas, é necessário encontrar nesses espécimes um conjunto de caracteres diagnóstico para apresentar uma circunscrição sólida.

Estipipelis. O estipe e o seu contexto são frequentemente pouco estudados, no entanto, acredita-se que apresentam características de valor taxonômico maior do que o conhecido. Geralmente as amostras apresentaram hifas verticalmente dispostas, cilíndricas a infladas e de parede lisa a ligeiramente engrossada. Embora com menor frequência (dois amostras), foram observadas hifas torcidas (Figura 5.b) de até 80 µm de comprimento, essas hifas não foram observadas na descrição de outros espécimes na literatura consultada.

Fíbulas. A presença de fíbulas foi evidente em algumas amostras, ocorrência que é drasticamente contrastante não somente com a descrição do gênero, como também com a circunscrição molecular do clado *Leucoagaricus/Leucocoprinus*. Muitas fíbulas foram observadas

no contexto do estipe dos materiais analisados, e embora menos frequentes, também foram observadas na pileipelis. Como o estipe é pouco estudado, supõe-se que seja essa a causa de considerar as fíbulas ausentes em *Leucocoprinus*.

Como consideração taxonômica final, contempla-se que ainda é necessário coletar e analisar rigorosamente mais espécimes, fazer análises moleculares para buscar concordância no agrupamento morfológico e desta forma elucidar a validade dos caracteres tradicionalmente considerados, assim como propor novos caracteres diagnósticos de importância como os que foram descritos nesse trabalho.

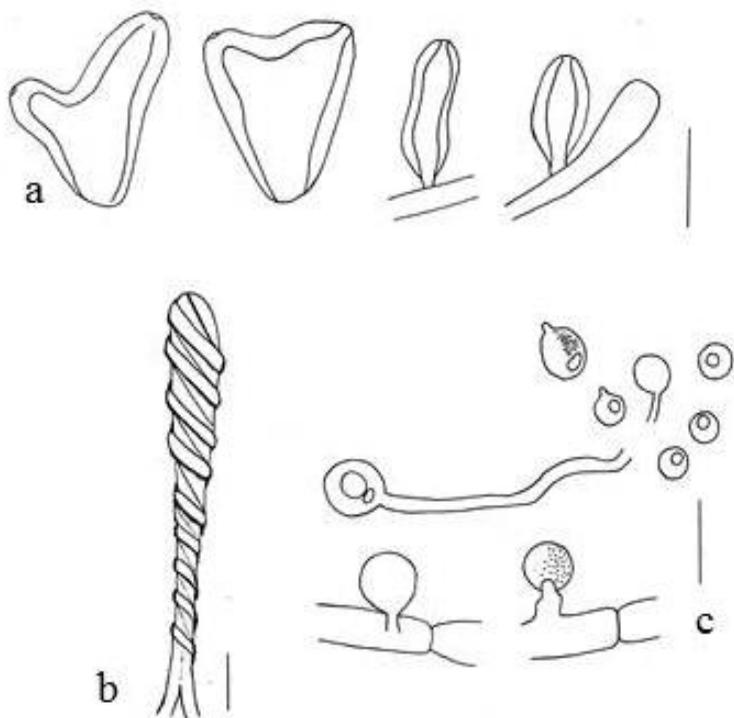


Figura 5 Estruturas atípicas. a. estruturas da trama da lamela, b. hifas torcidas do estipe, c. elementos globosos do basidioma. Escala 10 μ m.

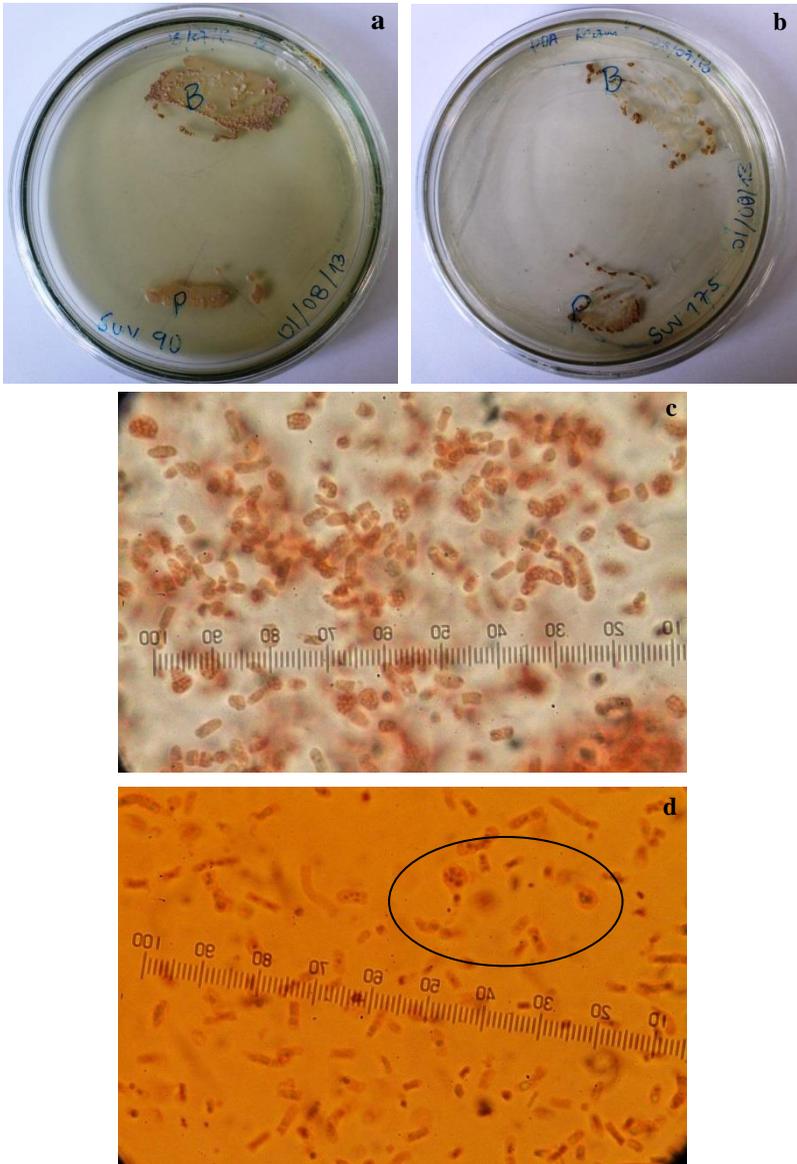


Figura 6 Teste de isolamento de leveduras. a. SUV90, b. SUV175, c. microscopia 100x, d. elementos globosos 100x.

1. *Leucoprinus birnbaumii*

(Corda) Sing. Sydowia 15 (1-6): (1962) [1961]

Figuras 7, 8, e 9.

Píleo 2,0 – 5,0 cm diâm., cônico, campanulado a aplanado-campanulado, superfície amarela com esquâmulas marrons no centro, mais pálidas e escassas em direção à margem; margem finamente estriada. Contexto 0,5 cm., branco-amarelado, sem mudança de cor quando exposto; odor e sabor fúngico. Lamelas 0,4 cm de largura, livres, amarelas, próximas entre si. Estipe 6-10 x 0,3-0,5 cm. central, cilíndrico com base bulbosa, superfície da mesma cor da superfície do píleo, fibrilosa com esquâmulas na base, interior preenchido. Anel frágil, membranoso, efêmero, amarelo pálido. Esporada branca. Hábito cespitoso a gregário. Basidiósporos 10-12 x 6-8 (-9) μm , (Q= 1,40), elipsoides em vista lateral a citriformes em vista frontal; hialinos em H_2O e KOH, congófilos, dextrinoides, metacromáticos; parede lisa, engrossada, ápice truncado por poro de germinação 2-3 μm , recoberto por uma capa hialina. Basídios 22-35 x 10-11 μm , clavados, 4-esterigmados, hialinos em H_2O e KOH, congófilos. Pseudoparáfises abundantes, globosas. Pleurocistídios ausentes. Borda da lamela estéril, queilocistídios 45-60 x 11-16 μm , com formato variado, clavado a lageniforme, alguns apresentando prolongações ramificadas; parede lisa, fina, hialinos, às vezes com conteúdo marrom. Trama da lamela regular a lacunosa, formada por hifas hialinas, cilíndricas, 6-10 μm diâm., subhimênio pseudoparenquimatoso. Contexto do píleo branco-amarelado em H_2O , pálido em KOH, formado por hifas cilíndricas a infladas 6-12 μm diâm., entrelaçadas, radialmente dispostas. Pileipelis composta por duas camadas, a suprapileipelis tricotodermal formada por hifas eretas de até 170 μm cump., 6-18 μm diâm., desarticuladas, às vezes ramificadas, marrom-amarelas em H_2O , amarelo cítrico em KOH; a subpileipelis formada por hifas desarticuladas 6-10 μm diâm., prostradas, entrelaçadas, hialinas. Estipitipelis de hifas cilíndricas 4-6 μm diâm., verticalmente dispostas, subparalelas, hialinas. Contexto do estipe formado por hifas cilíndricas a infladas, 5-30 μm diâm., paralelas, hialinas. Anel com hifas desarticuladas, fortemente entrelaçadas, amarelas em KOH. Fíbulas presentes no contexto do estipe.

Materiais examinados: BRASIL, Santa Catarina, Florianópolis; *S. Urrea* 44, 27 Out. 2011 (FLOR0051050), *S. Urrea* 108, 12 Abr. 2012 (FLOR0050939). ESTADOS UNIDOS, Califórnia, San Francisco; *DED*

7756, 11 Ago. 2004 (H. D. Thiers Herbarium- SFSU). Louisiana, New Orleans, 08 Sep. 1969 (NYBG00402140). Pensilvânia, 27 May 1964 (NYBG00402143).

Considerações ecológicas: Espécie saprofítica, pode ser encontrada decompondo matéria orgânica do solo ou madeira. Segundo Vellinga (2004b) a formação de basidiomas ocorre ao longo do ano nos trópicos e em ambientes fechados em regiões temperadas. É comum em vasos de plantas e jardins (Candusso & Lanzoni 1990; Bon 1993), porém tem sido encontrada no interior da mata (Albuquerque *et al.* 2006; Rother & Silveira 2009).

Discussão: Esta espécie é de fácil reconhecimento pela coloração amarela chamativa e por crescer principalmente em vasos de plantas ou em jardins. A revisão de materiais dos herbários NYBG e SFSU demonstrou que *Lc. birnbaumii* é constantemente coletada e identificada no mundo com esse nome, pois o lugar de crescimento é característico. No entanto muitas dessas coleções apresentam diferenças microscópicas significativas, tal como ausência de poro germinativo, sugerindo que existem mais espécies ainda sem descrever sendo nomeadas com esse epíteto apenas pelas características macroscópicas. Embora Heinemann (1977) tenha tratado sobre a variabilidade dos esporos desta espécie no que se refere à forma, tamanho e presença ou ausência de poro germinativo, é preciso fazer análises morfológicas e moleculares para esclarecer a posição taxonômica das coleções.

Distribuição: Ampliamente distribuída em regiões tropicais e temperadas, no Brasil conhecida para os estados da Bahia (Góes-Neto 1994), Mato Grosso do Sul (Bononi *et al.* 2008), Paraná (Meijer 2006), Rio Grande do Sul (Rother & Silveira 1961) e São Paulo (Grandi *et al.* 1994). Novo registro para Santa Catarina.

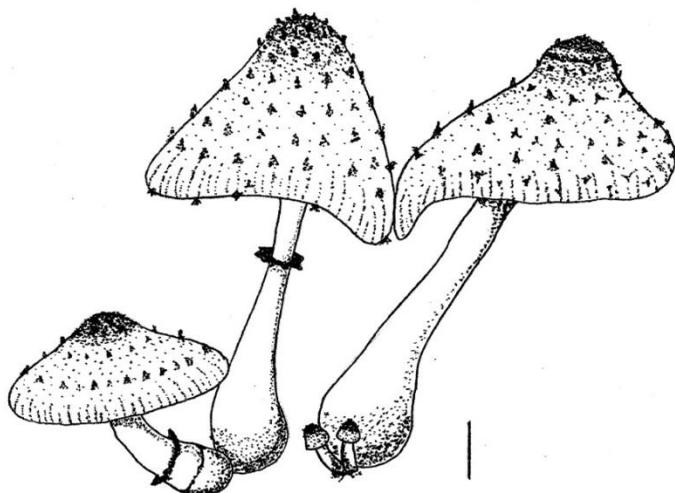


Figura 7 Hábito de *Leucocoprinus birnbaumii*. Escala 1 cm.

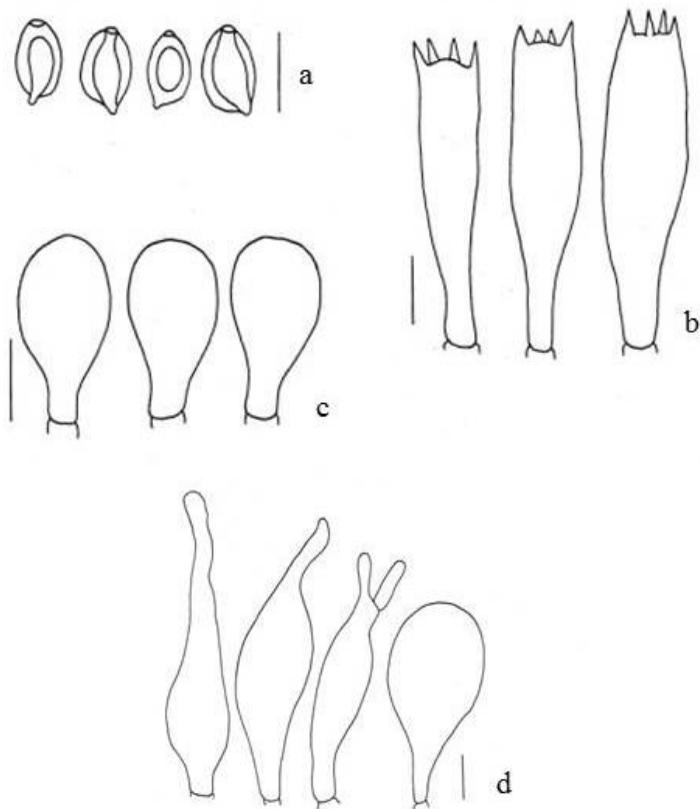


Figura 8 Características microscópicas de *Leucocoprinus birnbaumii*. a. esporos, b. basídios, c. pseudoparáfises, d. queilocistídios. Escala 10 μ m.

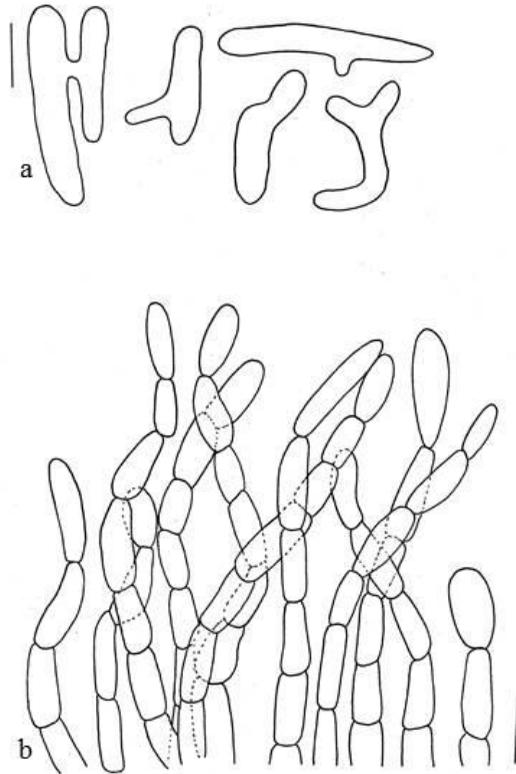


Figura 9 Características microscópicas de *Leucocoprinus birnbaumii*.
a. elementos do anel, b. fragmento de pileipellis. Escala 10 μ m.

2. *Leucocoprinus brunneoluteus*

Capelari & Gimenes Hoehnea 31 (3): 331-335 (2004)

Figuras 10, 11, e 12.

Píleo 3,0 – 5,0 cm diâm., subcônico, a aplanado-umbonado, superfície fortemente amarelada, centro inteiro marrom-alaranjado, rompendo-se em escamas da mesma cor que o centro diminuindo em quantidade em direção à margem; margem plicada-estriada. Contexto 0,3 cm., amarelado, odor e sabor fúngico. Lamelas 0,3 cm de largura, livres, remotas do estipe, amarelas, próximas entre si, margem lisa. Estipe 4-10 x 0,1 0,7 cm. central, cilíndrico com base bulbosa, superfície da mesma com que a superfície do píleo, fibrilosa, interior fistuloso. Anel frágil, membranoso, efêmero, ascendente, superior, da mesma cor que a superfície do estipe. Esporada branca. Hábio solitário a gregário. Basidiósporos (-6) 7-10 x 6-8 (-9) μm , ($Q= 1,18$), amplamente elipsoides; hialinos em H_2O e KOH, congófilos, dextrinoides, metacromáticos; parede lisa, engrossada, ápice truncado por poro de germinação, recoberto por uma capa hialina. Basídios 16-30 x 8-10 μm , clavados, 4-esterigmados, hialinos em H_2O e KOH. Pseudoparáfises 15-20 x 10-13 μm , abundantes, amplamente clavadas. Pleurocistídios ausentes. Queilocistídios 31-61 x 11-14 μm , abundantes, formando racimos na margem da lamela, com formato variado, cilíndrico a clavado; parede lisa, fina, hialinos. Trama da lamela irregular a lacunosa. Contexto do píleo amarelado em H_2O , pálido em KOH, formado por hifas cilíndricas a infladas 6-12 μm diâm., radialmente dispostas. Pileipelis himeniforme formada por hifas cilíndricas a catenuladas, com terminações subclavadas, às vezes prolongando-se desde a subpileipelis e prostrando-se sobre os ápices de outras hifas; de até 90 μm cump., 10-15 μm diâm.; alaranjadas em H_2O , amarelo pálido em KOH. Estipitipelis de hifas cilíndricas, subdesarticuladas a infladas, até 33 μm diâm., verticalmente dispostas; marrons em H_2O , pálidas em KOH. Contexto do estipe formado por hifas cilíndricas a infladas, paralelas a entrelaçadas, hialinas. Fíbulas presentes no estipe e no contexto do estipe.

Materiais examinados: BRASIL, Santa Catarina, Florianópolis, S. *Urrea* 179, 29 Out. 2012 (FLOR0051006). *M. A. Neves* 639 & *N. P. Smith*, 16 Oct 2010 (FLOR47980). Rio de Janeiro, Jardim Botânico, *MAN* 863. Espírito Santo, Santa Teresa, *A. C. Magnago* 487 & *D. H. C. Rezende, C. A. S. Montoya*, 03 Dez. 2012 (FLOR48069).

Considerações ecológicas: Esta espécie cresce no solo no interior da mata. Durante o desenvolvimento do trabalho só foi coletada no começo e no final do ano quando as temperaturas são mais altas na região.

Discussão: Macroscopicamente é fácil reconhecer a espécie devido à chamativa cor do basidioma, separando-a da espécie similar *Lc. birnbaumii* pelo centro de cor marrom escuro (Capelari & Gimenes 2004) que se rompe em escamas. Os materiais examinados nesse trabalho apresentaram o centro de cor marrom com tons mais alaranjados. Microscopicamente também foram evidenciadas algumas diferenças, os esporos apresentaram menor dimensão (-6) 7-10 x 6-8 (-9) µm do que os descritos pelas autoras (10-12 x 7-9 µm). A pileipelis é himeniforme, o que é congruente com a descrição original, porém, foram observados elementos cilíndricos e compridos que emergem desde a subpileipelis prostrando-se sobre os ápices das hifas terminais da suprapileipelis. Apesar da presença de características discordantes com a descrição original da espécie, não existe suficiente suporte para considerar uma espécie nova devido às características restantes serem muito semelhantes.

Distribuição: Conhecida para o Brasil em São Paulo (Capelari & Gimenes 2004). Primeira citação para o Espírito Santo, Santa Catarina e Rio de Janeiro.

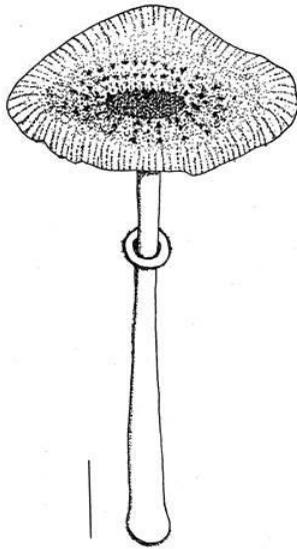


Figura 10 Hábito de *Leucocoprinus brunneoluteus*. Escala 1 cm.

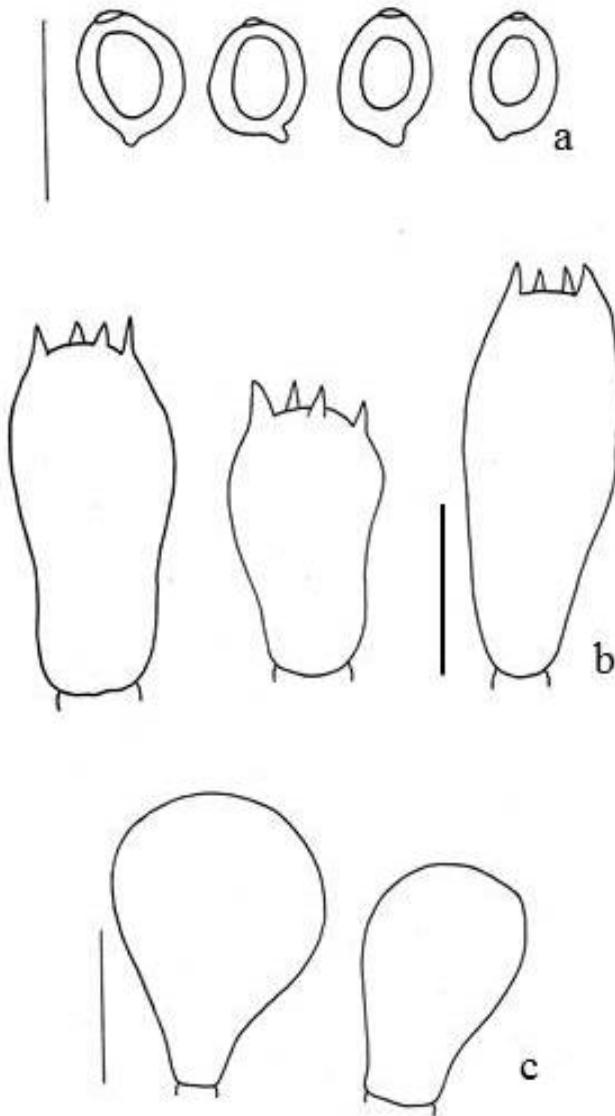


Figura 11 Características microscópicas de *Leucocoprinus brunneoluteus*. a. esporos, b. basídios, c. pseudoparáfises. Escala 10 μ m.

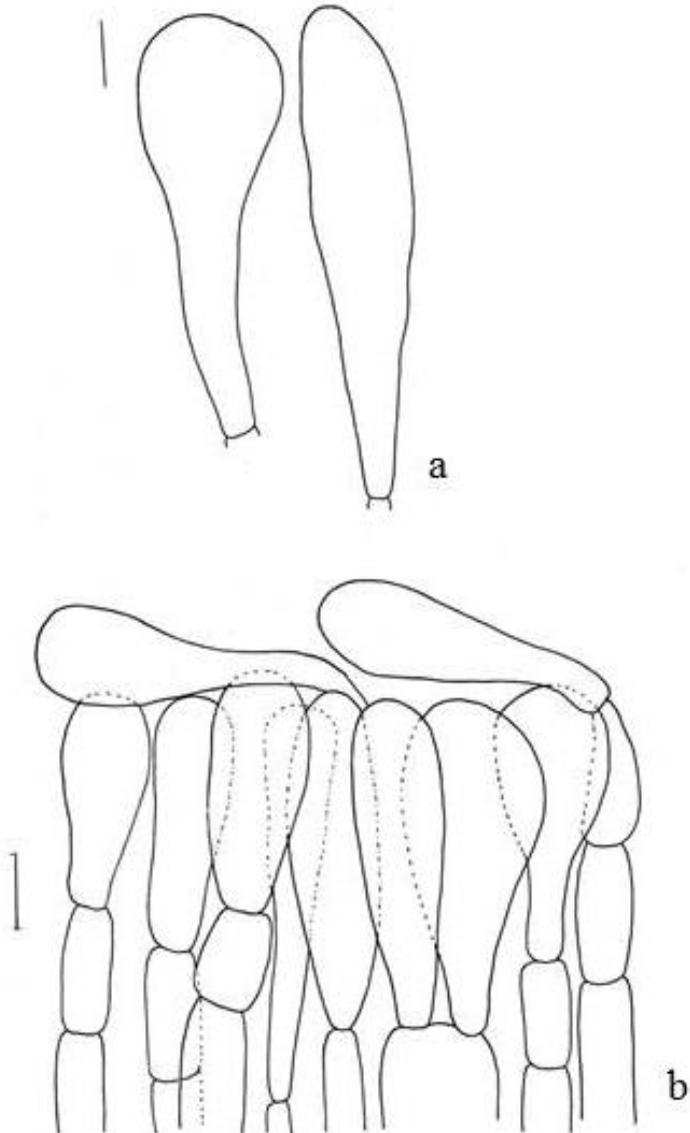


Figura 12 Características microscópicas de *Leucocoprinus brunneoluteus*. a. queilocistídios, b. fragmento de pileipelis. Escala 10 μm .

3. *Leucocoprinus fragilissimus*

(Berk. & M.A. Curtis) Pat. Essai Tax. Hyménomyc. (Lons-le-Saunier): 171 (1900)

Figuras 13 e 14.

Pileo 2,0 – 8,0 cm diâm., aplanado a aplanado-côncavo, superfície branca ligeiramente translúcida, exceto pelo centro marrom a marrom-amarelado pulverulenta com finas esquamulas amarelas, em direção à margem; margem plicada-estriada até o tercio meio. Contexto <0,1 cm., branco, sem mudança de cor quando exposto; odor e sabor fúngico. Lamelas 0,2 cm de largura, livres, remotas do estipe com colar bem definido, brancas, distantes entre si. Estipe 6-13 x 0,1 0,3 cm. central, cilíndrico, superfície amarelo pálido, finamente esquamulosa. Anel ascendente, frágil, membranoso, efêmero, branco-amarelado. Esporada branca. Hábito solitário a gregário. Basidiósporos 11-14 (-15) x 8-9 µm, (Q= 1,55), elipsoides em vista lateral a citriformes em vista frontal; hialinos em H₂O e KOH, congófilos, dextrinoides; parede lisa, engrossada, ápice truncado por um proeminente poro de germinação 2-3 µm, recoberto por uma capa hialina, fortemente metacromático. Basídios colapsados no material examinado. Pseudoparáfises abundantes, globosas 23-25 x 20-23 µm. Pleurocistídios ausentes. Queilocistídios 28-40 x 12-15 µm, ventricosos a piriformes; parede lisa, fina, hialinos. Pileipelis composta por hifas cilíndricas a desarticuladas misturadas com células infladas, hialinas. Estípitipelis de hifas cilíndricas 4-6 µm diâm., verticalmente dispostas, subparalelas, hialinas. Contexto do estipe formado por hifas infladas de até 25 µm diâm., paralelas, hialinas. Anel de hifas desarticuladas 5-7 µm diâm., fortemente entrelaçadas, ramificadas, apresentando células infladas e elementos de diferentes formatos; amareladas em H₂O. Fíbulas presentes no contexto do estipe.

Materiais examinados: BRASIL, Santa Catarina, Florianópolis, *S. Urrea* 81 04 Jan. 2012 (FLOR0051080), *S. Urrea* 96 16 Fev. 2012 (FLOR0038681), *S. Urrea* 111 13 Abr. 2012 (FLOR0050942), *S. Urrea* 195 18 Nov. 2012 (FLOR0051022), *S. Urrea* 196 18 Nov. 2012 (FLOR0051023). Rio Grande do Sul, Parecí, *Rick* 17170 (PACA 8847) [Como *Lepiota licmophora*], São Leopoldo, *Rick*. Mai. 1905 (Patouillard Herbarium 4254 em FH) [Como *Lepiota licmophora*].

Considerações ecológicas: Espécie crescendo no solo, frequente em serapilheira. Foi coletada em Santa Catarina com maior frequência

durante os primeiros meses do ano, principalmente no final do mês de fevereiro.

Discussão: *Leucocoprinus fragilissimus* é fácil de reconhecer macroscopicamente pelo hábito coprinóide, e microscopicamente pelos esporos fortemente truncados por um poro proeminente.

Heinemann (1977) evidenciou a proximidade de *Lc. fragilissimus* com *Lc. thoenii* descrita para o Zaire e da qual existem poucos registros para outras localidades. O autor separou as espécies pela cor do basidioma e tamanho dos esporos. *Leucocoprinus thoenii* apresenta basidiomas inteiramente amarelos, enquanto *Lc. fragilissimus* apresenta basidiomas branco-amarelados com centro marrom. Os esporos de *Lc. thoenii* são maiores (-10,2) 11,4-16 x (-7,6) 8,4-10 µm do que os de *Lc. fragilissimus* 8,7-10,7 (-11) x 6,5-8,0 (-8,5) µm.

As coleções examinadas neste trabalho apresentaram esporos grandes 11-14 (-15) x 8-9 µm, mas estas continuaram sendo consideradas como *Lc. fragilissimus* devido à distribuição geográfica e ao fato de outros autores, como Smith & Weber (1982) e Candusso e Lanzoni (1990), terem identificado materiais de *Lc. fragilissimus* com esporos de dimensões maiores [9-14 x 7,8 -8,5 µm e 9-11 (-13) x 6,5-7,5 (-8,5) µm].

Distribuição: Amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais (Smith & Weber 1982). Conhecida no Brasil para os estados de Paraná (Meijer 2006), Pernambuco (Wartchow *et al.* 2008), Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota licmophora*]), (Albuquerque *et al.* 2006), Rondônia (Capelari & Maziero 1988), São Paulo (Bononi *et al.* 1981). Primeiro registro para Santa Catarina.

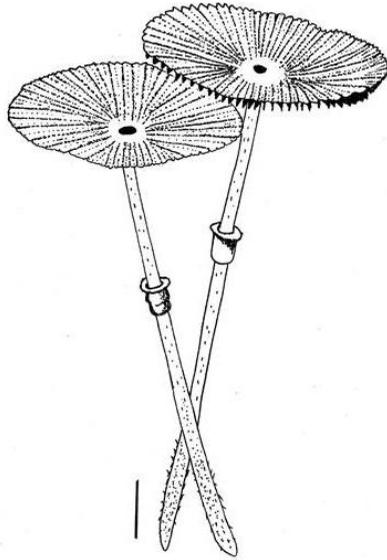


Figura 13 Hábito de *Leucocoprinus fragilissimus*. Escala 1 cm. Foto: Neves M.A.

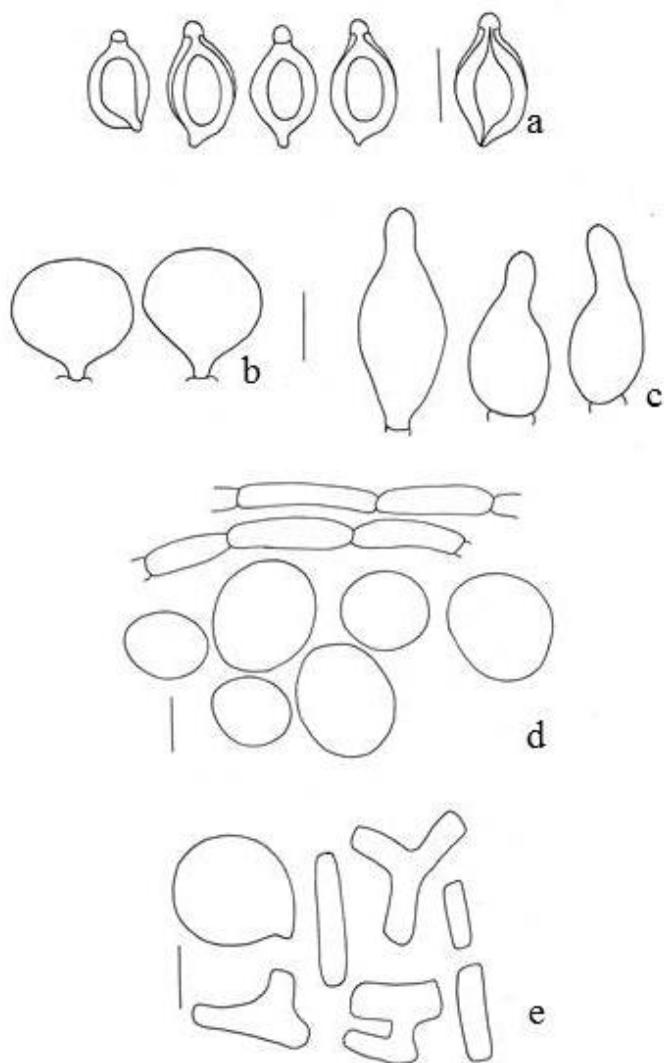


Figura 14 Características microscópicas de *Leucocoprinus fragilissimus*. a. esporos, b. pseudoparáfises, c. queilocistídios, d. elementos da pileipelis, e. elementos do anel. Escala 10 μm .

4. *Leucocoprinus ianthinus*

(Sacc.) P. Mohr, Boletus 18(2): 48 (1994)

Figuras 15 e 16.

Péleo 2,5 cm diâm., campanulado, superfície branca, com centro marrom-vináceo, rompendo-se em finas esquâmulas, escassas em direção à margem; margem sulcada-estriada até próximo do centro. Contexto 0,2 cm., branco; odor e sabor fungico. Lamelas 0,3 cm de largura, livres, brancas, próximas entre si, borda fimbriada. Estipe 4 x 0,3 cm., central, cilíndrico com base bulbosa, superfície branca com base da mesma cor que o centro do péleo, finamente fibrilosa. Anel frágil, membranoso, ínfero, branco. Esporada branca. Hábito solitário. Basidiósporos 8-10 x 5-6 (-7) μm , (Q= 1,53), elipsóides, amigdaliformes em vista de perfil; hialinos em H₂O e KOH, congófilos, dextrinoides, metacromáticos principalmente na região do poro; parede lisa, engrossada, ápice truncado por poro de germinação 1 μm , recoberto por uma capa hialina. Basídios 17-23 x 9-10 μm , clavados, 4-esterigmados, hialinos em H₂O e KOH, congófilos. Pseudoparáfises 17-19 x 12-17 μm , abundantes, subglobosas. Pleurocistídios ausentes. Queilocistídios 17-20 x 7-9 μm , borda da lamela estéril, agrupados em fascículos, cilíndricos a subclavados; parede lisa, fina; hialinos. Contexto do péleo hialino em H₂O e KOH, formado por hifas cilíndricas 7 μm diâm., entrelaçadas mas formando lacunas, radialmente dispostas. Pileipelis composto por duas camadas, a subpileipelis formada por hifas de elementos desarticulados, 6-15 μm diâm., agrupando-se em clusters de hifas que originam a suprapileileis, sendo esta uma camada de hifas com elementos ovoides e células esféricas 15-37 x 10-23 μm ; amarelo-amarronzado em H₂O, pálido em KOH. Estipitipelis de hifas cilíndricas 6-11 μm diâm., verticalmente dispostas, subparalelas, amareladas em H₂O, hialinas em KOH. Fíbulas ausentes.

Materiais examinados: BRASIL, Santa Catarina, Florianópolis, S. Urrea 45 29 Nov. 2011 (FLOR0051051). SUÉCIA, Västergötland, Göteborg, F. Karlvall 6336, 12 Abr. – 11 Jul. 1955 (FH 2504) [como *Lepiota lilacino-granulosa*]

Considerações ecológicas: Espécie saprofítica, comum em vasos de plantas (Vellinga 2001). Segundo Vellinga (2004b) é uma espécie de origem provavelmente tropical, que pode formar basidiomas ao longo do ano em jardins e casas de vegetação nas regiões temperadas.

Discussão: O crescimento em vasos de plantas e a cor marrom-vinácea das escamas do píleo são as principais características para reconhecer a espécie.

Candusso e Lanzoni (1990) relatam a semelhança da espécie [como *Lc. lilacinogranulosus* (Henn.) Locq.] com *Lc. brebissonii* (Godey) Locq. que também cresce em solos ricos em húmus e o formato do basidioma é similar, porém, o centro do píleo é de cor marro-acinzentada e o formato dos esporos é diferente. *Leucocoprinus cepistipes* (Sowerby) Pat. também pode crescer em ambientes similares e pode apresentar tons cinza-liláceo no centro do píleo, contudo, é separada pela presença de elementos lageniformes na superfície do píleo e do estipe (Vellinga 2001).

Segundo Vellinga (2001) o nome *Lc. ianthinus* tem sido usado para a espécie comumente conhecida como *Lc. lilacinogranulosus* devido à sinonímia proposta por Reid (1989) e Bon (1993), porém considerou que os argumentos são poucos e que não existe uma conclusão clara.

Distribuição: Conhecida para Europa e América. No Brasil registrada para o Rio de Janeiro (Albuquerque *et al.* 2007) [como *Leucocoprinus lilacinogranulosus*]. Primeira citação para Santa Catarina.



Figura 15 Hábito de *Leucocoprinus ianthinus*. Escala 1 cm.

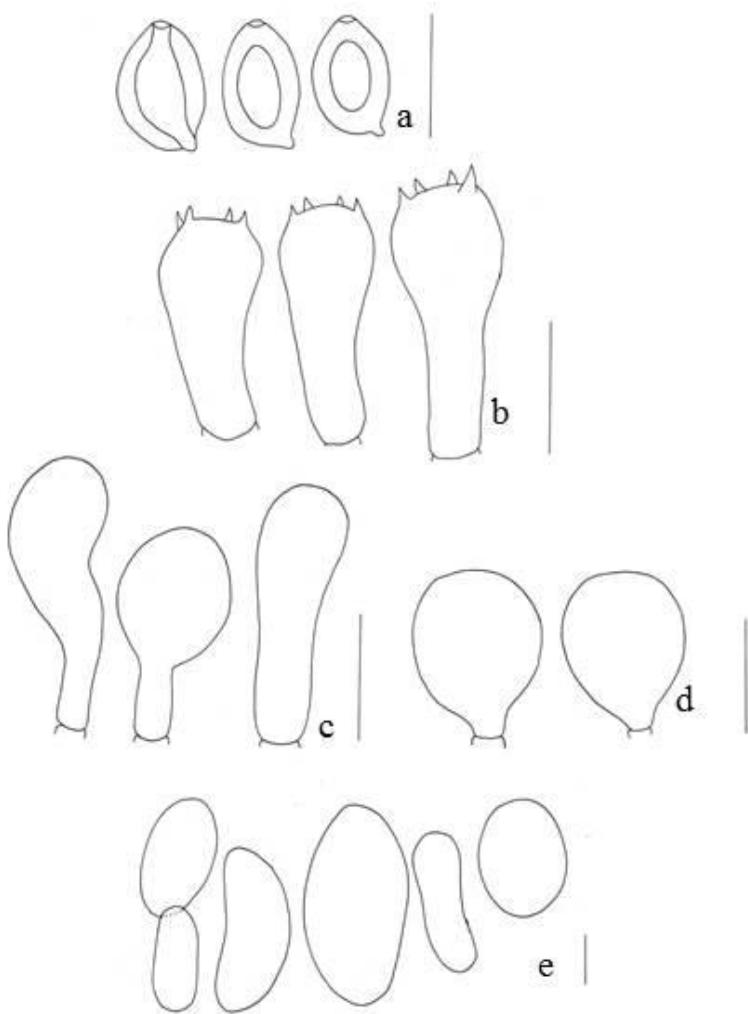


Figura 16 Características microscópicas de *Leucocoprinus ianthinus*. a. esporos, b. basídios, c. queilocistídios, d. pseudoparáfises, e. elementos da pileipelis. Escala 10 μm .

5. *Leucocoprinus longistriatus*

(Peck) H. V. Sm. N. S. Weber, Contr. Univ. Mich. Herb. 15: 299 (1982)

Figuras 17, 18 e 19.

Píleo 2,5 – 4,0 cm diâm., aplanado-convexo a aplanado côncavo quando maturo, superfície branco-creme, marrom-escuro no centro, centro inteiro desde o a partir do qual se originam escamas da mesma cor, fibriloso-prostradas que chegam até a margem; margem estriada-aplicada até o tercio médio. Contexto 0,2 cm., branco, sem mudança de cor quando exposto; odor e sabor fungico. Lamelas 0,3 cm de largura, livres, brancas mais escuras com a idade, próximas entre si. Estipe 6-10 x 0,2 cm., central, cilíndrico com base subulbosa, superfície branco-creme, finamente fibrilosa. Anel frágil, membranoso, ascendente, no tercio médio, branco. Esporada branca. Hábito solitário a gregário. Basidiósporos 10-12 x 6-8 (-9) μm , (Q= 1,61), alongados; hialinos em H_2O e KOH, congófilos, dextrinoides, metacromáticos; parede lisa, engrossada, ápice truncado por poro de germinação 1-2 μm , recoberto por uma capa hialina. Basídios 22-55 x 11-14 μm , clavados, 4-esterigmados, hialinos em H_2O e KOH. Pseudoparáfises 18-20 x 11-12 μm , abundantes, pririformes. Pleurocistídios ausentes. Queilocistídios 55-70 x 16-19 μm , borda da lamela estéril, com formato variado, alguns apresentando papila no ápice; parede lisa, fina, hialinos. Trama da lamela lacunosa, hifas 5-15 μm diâm., cilíndricas a infladas; subhímênio pseudoparenquimatoso formado por elementos globosos 5 x 5-7 μm . Contexto do píleo formado por hifas cilíndricas a infladas, fortemente entrelaçadas, radialmente dispostas. Pileipelis de hifas prostradas, entrelaçadas, com algumas hifas levantadas mas sem formar uma tricoderme verdadeira; hifas 6-11 μm diâm., cilíndricas a desarticuladas, de parede lisa, fina, marrons claro em H_2O , mais pálidas em KOH. Estipitipelis de hifas cilíndricas 5-8 μm diâm., verticalmente dispostas, entrelaçadas, hialinas. Contexto do estipe formado por hifas infladas, 8-14 μm diâm., verticalmente dispostas paralelas, hialinas. Anel de hifas cilíndricas 4-10 μm diâm., entrelaçadas, ramificadas. Fíbulas ausentes.

Materiais examinados: BRASIL, Santa Catarina, Florianópolis, *S. Urrea* 82 4 Jan. 2012 (FLOR0051081), *S. Urrea* 90 13 Jan. 2012 (FLOR0051081), *S. Urrea* 102 31 Mar. 2012 (FLOR0050851). Rio Grande do Sul *Rick* 17134 1932 (PACA 8848) [como *Lepiota*

longistriata Peck.]. ESTADOS UNIDOS, Louisiana, Tulane, A. L. *Welden* 10612 13 Ago. 1992 (NYBG00414461).

Considerações ecológicas: Os basidiomas coletados durante esse trabalho foram encontrados crescendo sobre a serapilheira no interior da mata.

Discussão: Os materiais examinados concordam parcialmente com a descrição de *Lc. longistriatus* de Smith & Weber (1982). As esquâmulas fibriloso-prostradas, abundantes e estendidas do centro do píleo à margem são as características mais marcantes da espécie. Com relação às características microscópicas, Smith & Weber descrevem os esporos sem presença de poro de germinação, sendo apenas ligeiramente visível na objetiva de maior aumento. Todas as coleções estudadas neste trabalho apresentaram esporos com poro de germinação visível, recoberto por uma capa hialina. Visto que os autores sugerem a existência do poro, consideram-se as coleções analisadas como pertencentes à espécie *Leucocoprinus longistriatus*. Para esclarecer as características diagnósticas da espécie é preciso revisar o material tipo e fazer análises moleculares de coleções que apresentam o píleo com esquâmulas fibrilosas prostradas de cor marrom, pois a variabilidade nos esporos foi evidente tanto em coleções do Brasil como de outras partes do mundo.

Distribuição: América do Norte. Conhecida no Brasil para Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009) e Rio Grande do Sul (Rick 1961 [como *Lepiota longistriata*]). Primeiro registro para Santa Catarina.

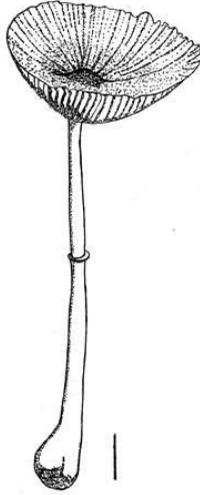


Figura 17 Hábito de *Leucocoprinus longistriatus*. Escala 1 cm.

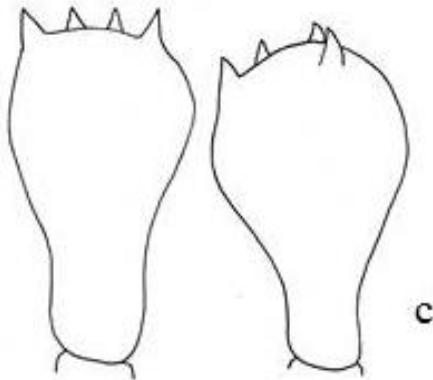
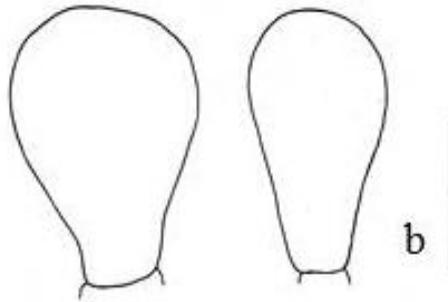
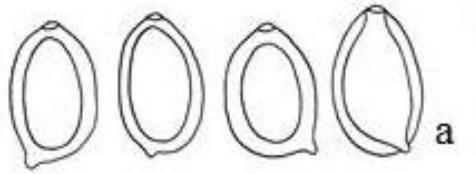


Figura 18 Características microscópicas de *Leucocoprinus longistriatus*. a. esporos, b. pseudoparáfises, c. basídios. Escala 10 μm .

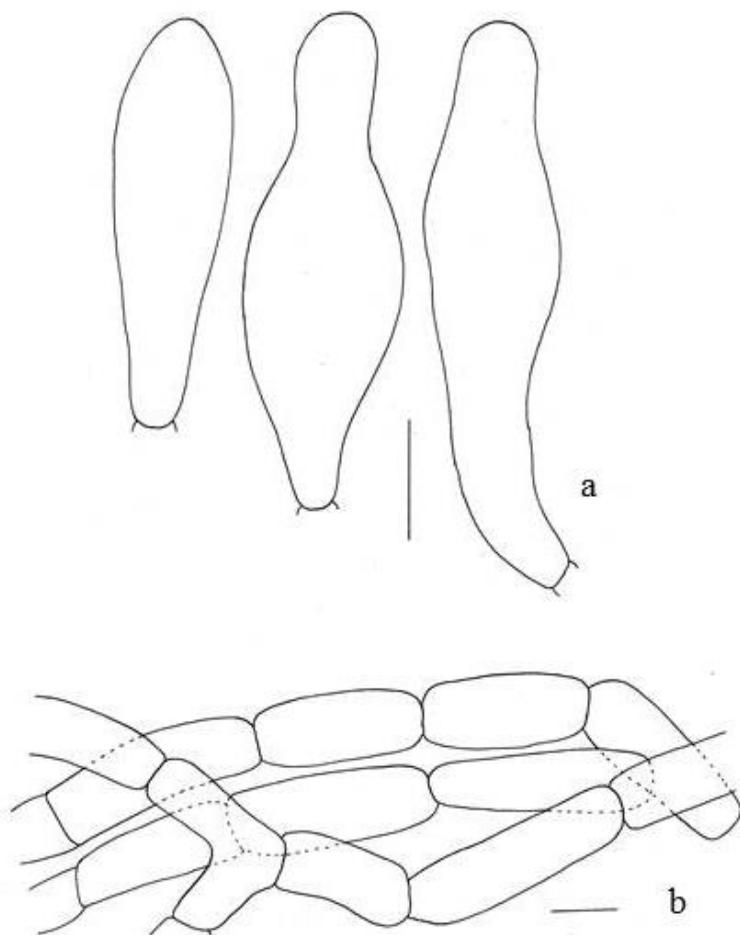


Figura 19 Características microscópicas de *Leucocoprinus longistriatus*. a. queilocistídios, b. hifas da pileipelis. Escala 10 μm .

3.3 Capítulo III

Estudo preliminar da relação entre fungos leucocoprínoídes e fungos cultivados por formigas da tribo Attini

É importante esclarecer que neste capítulo apresentam-se apenas os resultados de uma análise preliminar dos materiais sequenciados durante a pesquisa e que comparados com sequências depositadas no GenBank, mostraram similaridade. Obteve-se então uma filogenia que amplia o número de espécies de fungos leucocoprínoídes de vida livre dentro dos clados de fungos cultivados por formigas, porém não se trata de aspectos evolutivos nem se propõe esclarecimentos sobre a simbiose.

Foi extraído DNA de um total de 88 materiais oriundos desse trabalho, dos quais 61 produziram sequências de alta qualidade usando o marcador ITS. As restantes foram descartadas por apresentar muito ruído ou não produzir *contig* de qualidade.

Para discutir sobre a relação filogenética entre fungos lepiotáceos e formigas da tribo Attini, foram selecionadas 18 sequências do total obtido no trabalho, por apresentarem proximidade com fungos cultivados por formigas quando submetidas em BLAST. As sequências do GenBank com uma similaridade maior de 95% foram selecionadas (Apêndice B) e incluídas na análise. Foi construída uma matriz com 55 sequências, tendo 975 caracteres incluindo *gaps*, dos quais 338 foram parcimoniosamente informativos.

A árvore de consenso de bootstrap da análise de parcimônia (Apêndice C) apresentou agrupamentos dos ramos terminais similares aos obtidos na análise bayesiana, porém, não será discutida devido ao baixo suporte dos ramos maiores que resultou no colapso destes.

Análise filogenética

A árvore obtida através da análise bayesiana (Figura 20) apresenta cinco clados com suporte superior a 0,60. O clado 1 compreende fungos simbiossantes de formigas do gênero *Cyphomyrmex*. O clado 2 inclui fungos lepiotáceos de vida livre. O clado 3 inclui espécies de *Leucocoprinus*. O clado 4 compreende espécies de *Leucoagaricus*. Finalmente, o clado 5 inclui fungos cultivados por formigas e fungos de vida livre.

Clado 1

O clado 1 inclui os fungos simbioses cultivados de forma unicelular por algumas *Cyphomyrmex*, as quais cultivam e mantêm o fungo como uma massa de leveduras (Weber 1972). Neste clado podem ser observados três subgrupos bem suportados que, quando comparados com a filogenia de Mueller *et al.* (1998), exibem a mesma topologia proposta por eles. Mueller *et al.* (1998) obtiveram pela primeira vez o posicionamento de um fungo de vida livre (PA302) dentro do clado de leveduras.

Quatro materiais de vida livre coletados em Santa Catarina se posicionaram no clado 1 e são morfologicamente, similares à descrição macroscópica de PA302 fornecida por Mueller (comunicação pessoal). A principal semelhança é a ornamentação da superfície do píleo, que apresenta esquamulas fibrilosas de cor marrom a marrom-acinzentadas. Quando os materiais foram coletados, a morfologia indicava que pertenciam a *Leucocoprinus*, no entanto a análise microscópica revelou a presença de estruturas globosas em algumas partes dos basidiomas (que foram descritas no capítulo I) e a presença de fíbulas em diferentes regiões do basidioma. Essas duas características impossibilitaram a identificação até espécie e fugiram do conceito tradicional do gênero.

Clado 2

O clado 2 inclui coleções de *Lepiota* s.l. que segundo os agrupamentos obtidos na árvore não pertencem a *Leucocoprinus* nem a *Leucoagaricus*, pois estão fora dos cladros 3 e 4 os quais incluem os táxons que seguem o conceito morfológico desses gêneros. Inicialmente os materiais foram incluídos na análise porque macroscopicamente apresentaram características de *Leucocoprinus*, principalmente pela presença da margem do píleo estriada e a fragilidade do basidioma, porém a microscopia revelou que pertencem a *Lepiota* s.s.

Clado 3

O clado 3 inclui *Leucocoprinus* s.s. de regiões tanto temperadas quanto tropicais, incluindo *Lc. cepistipes*, a espécie tipo, e *Lc. brebissonii*, *Lc. birnbaumii*, *Lc. fragilissimus*, *Lc. longistriatus*, e *Lc. straminellus*, espécies que além de serem bem reconhecidas e de ampla distribuição geográfica apresentam esporos com poro de germinação conspícuo. Morfologicamente esses táxons possuem as características diagnósticas do gênero, incluindo margem do píleo estriada a plicada-sulcada, presença de pseudoparáfises e hifas sem fíbulas. A posição de *Leucoagaricus leucothites* dentro do clado não é muito clara.

Macroscopicamente *La. leucothites* tem basidioma robusto com a margem do píleo inteira, e microscopicamente apresenta esporos com poro de germinação.

Clado 4

O clado 4 inclui espécimes de *Leucoagaricus*, exceto *La. leucothites*. Embora seja um clado com um número de espécies baixo, o esperado seria que estivesse inserido no clado *Leucocoprinus* formando um grupo monofilético tal como foi proposto na filogenia da família Agaricaceae (Vellinga *et al.* 2011), onde foi evidenciado que os dois gêneros formam o clado *Leucoagaricus/Leucocoprinus* e onde a topologia de *Lc. cepistipes* e *La. leucothites* é similar à topologia obtida nesse trabalho.

Clado 5

O clado 5 inclui coleções de fungos cultivados por formigas na forma filamentosa em forma de micélio. O subgrupo inclui *Myrmicocripta* cf. *buenzlii*, *Cyphomyrmex faunulus*, um material identificado como *Leucocoprinus* e um membro de Agaricaceae não cultivado por formigas. O clado conserva a mesma topologia proposta por Mueller *et al.* (1998) e Vo *et al.* (2009), inclusive no posicionamento basal na árvore.

Observando a topologia da árvore obtida e considerando o número baixo de coleções de *Leucocoprinus* no clado 3 é possível sugerir que *Leucocoprinus* s.s. inclui apenas materiais que seguem a hipótese morfológica do gênero (exceto *La. leucothites*) e apresentam margem do píleo estriada, presença de pseudoparáfises e fíbulas ausentes. No entanto ainda é preciso encontrar caracteres morfológicos mais consistentes para a circunscrição do gênero. Os espécimes do clado 1, embora apresentem margem do píleo plicada, apresentam também outras características que são pouco estudadas, mas que podem indicar um gênero ainda não descrito que é cultivado pelas formigas Attini na forma leveduriforme.

O fato da separação dos clados 3 e 4 pode ser explicado pelo marcador usado na análise, ITS é bom para resolver relações interespecíficas. A hipótese testada neste trabalho foi a relação entre fungos simbiontes e fungos leucocoprinoídeos, e não as relações entre *Leucocoprinus* e *Leucoagaricus*. Acreditasse que incluindo mais seqüências de outros marcadores como LSU e *rpb2*, por exemplo, os clados 3 e 4 se agrupem num clado monofilético tal como proposto por estudos anteriores (Vellinga 2004a, Vellinga *et al.* 2011). Uma evidencia disso é que estes dois clados tem topologias que quando comparados com a filogenia da família são similares, porem na filogenia da família eles aparecem como clados menos inclusivos dentro do clado *Leucoagaricus/Leucocoprinus*.

Seria muito esclarecedor realizar um novo estudo com o objetivo de cultivar em laboratório o fungo cultivado pelas formigas e os fungos de vida livre, aplicando análises que permitam inferir sobre a evolução destes e dessa forma comparar com outros trabalhos que já documentaram melhor a simbiose.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi registrada a ocorrência de 25 espécies de *Leucocoprinus* no Brasil, reunidas em 30 referências bibliográficas.

Foi registrada pela primeira vez a ocorrência de cinco espécies de *Leucocoprinus* no estado de Santa Catarina: *Lc. birnbaumii*, *Lc. brunneoluteus*, *Lc. ianthinus*, *Lc. fragilissimus* e *Lc. longistriatus*. *Leucocoprinus brunneoluteus*, também foi citada pela primeira vez para Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Ficou claro que a circunscrição morfológica estrita do gênero inclui poucos materiais coletados em *Leucocoprinus*. É preciso ampliar o número e a área de coleta para validar e reformular as características diagnósticas do gênero. A revisão de material de herbário deve ser continuada, pois das 150 exsicatas de outros herbários identificadas como espécies de *Leucocoprinus* observadas neste trabalho, nenhuma apresentou as estruturas novas que foram descritas no presente estudo.

Ainda que de forma incipiente, a inferência de características ecológicas do gênero possibilitará que trabalhos futuros forneçam mais dados no momento de analisar e discutir as características de *Leucocoprinus*.

A posição filogenética de *Leucocoprinus* baseada na análise de inferência bayesiana com o marcador ITS demonstrou que as espécies de *Leucocoprinus* com presença de poro germinativo formam um clado separado de *Leucoagaricus*. Análises moleculares futuras com uma amostragem maior e a inclusão de outros marcadores poderão ajudar a esclarecer essa hipótese.

Ainda que com pouco sustento molecular e morfológico, foi evidenciada a existência do que pode ser um gênero novo que agrupará em estudos futuros aquelas espécies que se encontram relacionadas a fungos cultivados por *Cyphomyrmex*.

A relação de fungos lepiotáceos com fungos cultivados por formigas e a especificidade entre formigas e esses fungos oferece respostas evolutivas da simbiose, mas acreditamos que poderá também evidenciar, em estudos futuros, se a relação pode ser usada como uma característica adicional para separar gêneros de *Lepiota* s.l.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque M. P., Victoria F. C. & Pereira A. B. 2006. Ecologia e distribuição do gênero *Leucocoprinus* pat. no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Biológica Leopondensia* 28(1):11-16.
- Albuquerque M. P, Júnior A. A. C & Pereira A. B. 2007. Novas ocorrências de Agaricales (Basidiomycota) para o Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 5, supl. 2:1143-1145.
- Birkebak J. 2010. The genus *Leucocoprinus* in western Washington. *Mycotaxon* 112:83-102.
- Bononi V. L. R., Autuori M. & da Rocha M. B. 1981. *Leucocoprinus gongylophorus* (Möller) Heim, o fungo do formigueiro de *Atta sexdens rubropilosa* Forel. *Rickia* 9:93-97.
- Bononi V. L., Mucci E. S. F., Yokomizo N. K. S. & Guzmán G. 1984. Agaricales (Basidiomycetes) do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Rickia* 11:85-89.
- Bononi V. L. R., Oliveira A. K. M., Quevedo J. R. & Gugliotta A. M. 2008. Fungos macroscópicos do pantanal do Rio Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Hoehnea* 35 (4):489-511.
- Bon M. 1993. Flore mycologique d'Europe 3. Les Lepiotes. Documents Mycologiques. Mémoire hors série N° 3. CRDP de l'Académie d'Amiens. France. 153 pp.
- Candusso M. & G. Lanzoni. 1990. *Lepiota* s.l. *Fungi Europaei* 4, Ed. Giovanna Biella, Saronno. 743 pp.
- Capelari M. & Maziero R. 1988. Fungos macroscópicos do estado de Rondônia região dos Rios Jaru e Ji-Paraná. *Hoehnea* 15:28-36.
- Capelari M. 1989. Agaricales do parque estadual da Ilha do Cardoso (exceto Tricholomataceae) [Dissertação]. [São Paulo (Brasil)]: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Capelari M. & Gimenes L. J. 2004. *Leucocoprinus brunneoluteus*, uma nova espécie de Agaricaceae. *Hoehnea* 31:331-335.

- 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. 2013. Agaricales in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB12>).
- Coleção de Fungos INPA (INPA-Fungos) disponível na rede *speciesLink* (<http://www.splink.org.br>) em 26 de Junho de 2013 às 21:36.
- Dennis R. W. G. 1952. *Lepiota* and allied genera in Trinidad, British West Indies. Kew Bull 7:459-499.
- Dentinger B. T. M., Margaritescu S. & Moncalvo J. 2010. Rapid and reliable high-throughput methods of DNA extraction for use in barcoding and molecular systematics of mushrooms. Molecular Ecology Resources 10(4):628-633.
- Ferreira A. J. & Cortez V. G. 2012. Lepiotoid Agaricaceae (basidiomycota) from Sao Camilo State Park, Paraná state, Brazil. Mycosphere 3(6):962-976.
- Franco-Molano A. E. 1994. The genus *Lepiota* sensu stricto with observations on related taxa found in Colombia. City University of New York. 348 pp.
- Góes Neto A. 1994. Diagnóstico da Biodiversidade de Macromicetos do Estado da Bahia: Evolução Histórica e Situação Atual. [TCC]. [Bahia (Brasil)]. Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia.
- 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
- Guzmán G. & Guzmán-Dávalos L. 1992. A checklist of Lepiotaceous Fungi (with information on its synonymy, distribution, edibility and bibliography) Koeltz Scientific Books USA/Germany. 216 pp.
- Hawksworth D.L., Kirk P.M., Sutton B.C. & Pegler D.N. 1995. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 8.ed. Oxon, UK, CAB International.
- Heim R. 1957. A propus du *Rozites gongylophora* A. Möller. Revue de Mycologie 22(3):293-299.

- Heinemann P. 1977. Flore illustrée des champignons d' Afrique centrale. Fascicule 5. *Leucocoprinus* (Agaricaceae). Bull Jard Bot Nat Belg 5:87-109.
- Herbário Pe. Camille Torrand (URM) disponível na rede speciesLink (<http://www.splink.org.br>) em 26 de Junho de 2013 às 21:46.
- Herbário UFRN – Fungos (UFRN-Fungos) disponível na rede speciesLink (<http://www.splink.org.br>) em 26 de Junho de 2013 às 22:07.
- Hibbett D. S., Binder M., Bischoff J. F., Blackwell M., Cannon P. F., O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lücking, T. Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y.-C. Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G. W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. Hyde, J. E. Ironside, U. Kõljalg, C. P. Kurtzman, K.-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. Miądlikowska, A. Miller, J.-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J. P. Sampaio, A. Schüßler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiß, M. M. White, K. Winka, Y.-J. Yao, and N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research* 111: 509-547.
- Johnson J. 1999. Phylogenetic relationships within *Lepiota* sensu lato based on morphological and molecular data. *Mycologia* 91:443–458.
- Johnson J. & Vilgalys R. 1998. Phylogenetic systematics of *Lepiota* sensu lato based on nuclear large subunit rDNA evidence. *Mycologia* 90:971–979.
- Kirk P.M., Cannon P.F., Minter DW & Stalpers J.A. 2008. Dictionary of the Fungi, 10th edn. CAB International, Wallingford, UK.
- Kumar T. K. A. & Manimohan P. 2004. A new species of *Leucocoprinus* from India. *Mycotaxon* 90(2):393-397.
- Largent D., Johnson D. & Watling R. 1977. How to Identify Mushrooms to Genus III: Microscopic Features. Mad River Press Inc.

- 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):1141-1152.
- Meijer A. R. 2006. Preliminary list of Macromycetes from the Brazilian state of Paraná. *Boletim do museu botânico municipal* 68:1- 58
- Mikheyev A.S., Mueller U. G., & Abbott P. 2010. Comparative dating of attine ant and lepiotaceous cultivar phylogenies reveals co-evolutionary synchrony and discord. *American Naturalist* 175:E126-E133.
- Möller A. 1893. Die pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen. *Schimper's Botanische Mittheilung aus den Tropen* 6:1-127
- Mueller U. G., Rehner S. A., & Schultz T. R. 1998. The evolution of agriculture in ants. *Science* 281(5385):2034-2038.
- Mueller U.G. 2002. Ant versus fungus versus mutualism: ant-cultivar conflict and the deconstruction of the attine ant-fungus symbiosis. *American Naturalist* 160: S67-S98.
- Patouillard N. T. 1888. Quelques espèces nouvelles ou peu connues de champignons extra-européens. *Journal de Botanique* 2(9):149
- Pegler D. N. 1972. A revision of the genus *Lepiota* from Ceylon. *Kew Bull.* 27:155-202.
- , 1997. The Agarics of São Paulo, Brazil. Kew, Royal Botanical Gardens.
- , 1986. Agaric flora of Sri Lanka. *Kew Bull., Addit. Ser.* 12:1-519
- Raithelhuber J. 1987. Die Gattung *Leucocoprinus* in den ABC-Staden. *Metrodiana* 15 (2):35-44
- , 1988. Typenstudien an exsikkaten aus südamerikanischen herbarien. *Metrodiana* 16:5-29.
- , 1991. Flora Mycologica Argentina: Hongos III. Stuttgart, add. Ser. Metropolitana 500 pp.

- Reid D. A. 1990. The *Leucocoprinus badhamii* complex in Europe: species which redden on bruising or become green in ammonia fumes. Mycol. Res. 94(5):6441-670.
- Rick J. 1905. Pilze aus Rio Grande do Sul. Ann. Mycol. (Berlin) 3(3):235-240.
- , 1906. Pilze aus Rio Grande do Sul. Broteria Lisboa. Sér. Bot. 5:5-53.
- , 1907. Contribution ad monographiam Agaricacinarum Brasiliensium. Bróteria Sér. Bot. 6:65-92.
- , 1908. Fungi Austro-Americani IX-X Ann. Mycol. 6(2):105-108.
- , 1920. Contributio III ad Monographiam Agaricacinarum Brasiliensium. Broteria Sér. Bot. 18:48-63.
- , 1937. Agarici Riograndensis. Lilloa 1:307-346.
- , 1961. Basidiomycetes Eubasidii in Rio Grande do Sul- Brasilia. 5. Iheringia, Sér. Bot. 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.
- Rother M. & Silveira R. M. 2008. Família Agaricaceae (Agaricales, Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Biociências 6(3):259-268.
- Rother M. & Silveira R. M. 2009. *Leucocoprinus* Pat. (Agaricaceae, Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. Acta bot. bras. 23(3): 720-728.
- Roze. 1876. As *Lépiotées*. Bull. Soc. Bot. Fr., Act. Bot. 23:111
- Saccardo P. A. 1887-1905. Sylloge fungorum hucusque cognitorum. Padua.
- Schultz T. R., & Brady S. G. 2008. Major evolutionary transitions in ant agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences. 105(14): 5435-5440.

- Singer R. 1986. The Agaricales in modern taxonomy. 4th Ed., Koeltz Scientific Books. Germany. 981 pp.
- . 1975. The Agaricales in modern taxonomy. 3rd ed., J. Cramer, Vaduz. 916 pp.
- Singer R & I.J. Gamundí. 1963. Paraphyses Taxon, 12:147–150.
- Smith H. V. & Weber N. S. 1982. Selected species of *Leucocoprinus* from the south-eastern United States. Contributions from the University of Michigan Herbarium 15:297-309.
- Sobestiansky G. 2005. Contribution to a macromycete survey of the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology 48:437-457.
- Thiers B. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Vellinga E. C. 2001. *Leucocoprinus*. Flora Agaricina Neerlandica: critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands. (ME Noordeloos, THW Kuyper & EC Vellinga, eds.). AA Balkema Publishers, Lisse, Abingdon, Exton, Tokyo, 5, 76-84.
- . 2004a. Genera in the family Agaricaceae – Evidence from nrITS and nrLSU sequences. Mycological Research 108: 354-377.
- . 2004b. Ecology and distribution of lepiotaceous fungi -a review. Nova Hedwigia 78: 273-299.
- . 2009. Genera in the Agaricaceae Chevall. Version 4.1.
- Vellinga E. C., Sysouphanthong P. & Hyde K. D. 2011. The family Agaricaceae: phylogenies and two new white-spored genera. Mycologia 103(3):494–509.
- Vizzini A. & Migliozi V. 2007. *Leucocoprinus flavus*, an exotic lepiotoid taxon new to Europe. Mycotaxon 102: 293-306.

- Vo T.L., Mikheyev A. S, Mueller U. G. 2009. Free-living fungal symbionts (Lepiotaceae) of fungus-growing ants (Attini: Formicidae). *Mycologia* 101: 206-210.
- 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.
- Weber N. 1972. *Gardening Ants*. American Philosophical Society, Philadelphia, PA. P146.

Apêndice A Ocorrências de *Lepiota* s.l. no Brasil

Neste apêndice é listada a ocorrência de 136 espécies de *Lepiota* s.l. no Brasil, correspondentes a 12 gêneros (*Chamaemyces*, *Chlorophyllum*, *Cystolepiota*, *Echinoderma*, *Hiatulopsis*, *Janauaria*, *Lepiota*, *Leucoagaricus*, *Macrolepiota*, *Melanophyllum*, *Micropsalliota*, *Smithiomyces*). A lista foi obtida a partir da revisão bibliográfica seguindo os mesmos parâmetros utilizados no Capítulo II.

Listam-se aqui somente os nomes incluídos na Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012, como resultado da revisão de literatura, sem incluir os nomes disponibilizados na lista por outros autores em edições anteriores.

Chamaemyces Battarra ex Earle

Chamaemyces medullaris (Rick) Raitelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota medullaris*]).

Chlorophyllum Masee.

Chlorophyllum rhacodes (Vittad.) Vellinga

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota rhacodes*]).

Chlorophyllum hortense (Murrill) Vellinga

Distribuição: Paraná (Meijer 2006); Rio de Janeiro (Albuquerque 2006); Rio Grande do Sul (Sobestiansky 2005).

Cystolepiota Singer

Cystolepiota albogilva Singer

Distribuição: Amazonas (Guzmán y Guzmán-Dávalos 1992).

Cystolepiota amazonica Singer

Distribuição: Amazonas (Guzmán y Guzmán-Dávalos 1992).

Cystolepiota potassiovirens Singer

Distribuição: Amazonas (Singer 1989).

Cystolepiota seminuda (Lasch) Bon

Distribuição: Rio de Janeiro (Albuquerque *et al.* 2010); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota seminuda*]).

Cystolepiota violaceogrisea (Rick) Singer

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1938 [Como *Mycena violaceogrisea*]).

Echinoderma (Locq. ex Bon) Bon

Echinoderma asperum (Pers.) Bon

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota friessi* (Lasch) Quél.]).

Echinoderma calcícola (Knudsen) Bon

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Echinoderma rubellum (Bres.) Migl.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota rubella*]).

Hiatulopsis Singer & Grinling

Hiatulopsis aureoflava Singer

Distribuição: Amazonas (Singer 1989).

Janauaria Singer

Janauaria amazonica Singer

Distribuição: Amazonas (Guzmán y Guzmán-Dávalos 1992).

Lepiota (Pers.) Gray

Lepiota albosquamosa Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota alopochroa (Berk. & Broome) Sacc.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota anceps Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota anthomyces (Berk. & Broome) Sacc.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota atrocoerulea Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota atrorupta Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota aurantiaca Henn.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota aurantiaca var. *brasiliensis* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota aureoconspersa Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota aureofloccosa Henn.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota brinkmannii Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota brunneoannulata Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota brunneocarnea Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota brunneopurpurea Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota brunneosquarrosa Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota brunnescens var. *erythropus* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota bulbipes Mont
Distribuição: Goiás (Pegler 1989); Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota celebica Henn.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota cepistipes var. *farinosa* (Peck) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota cepistipes var. *flos-sulphuris* (Schnizl.) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota cepistipes var. *hiatuloides* (Speg.) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota cepistipes var. *pluvialis* (Speg.) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

- Lepiota cepistipes* var. *schweinfurthii* (Henn.) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota cepistipes* var. *sordescens* (Berk. & M.A. Curtis) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota citrinella* var. *serrata* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota clypeolaria* (Bull.) P. Kumm.
Distribuição: São Paulo (Bononi *et al.*, 1981); Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota coprinopsis* (Mont.) Sacc.
Distribuição: Goiás (Pegler 1989).
- Lepiota coriacea* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota cristata* Barla
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota cristata* var. *pynocephala* (Berk. & Broome) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota cyanea* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota delicata* var. *albonuda* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota denticulata* Speg
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota dúbia* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota elaiophylla* Vellinga & Huijser
Distribuição: Paraná (Meijer 2006); Pernambuco (Wartchow *et al.* 2008).
- Lepiota ermínea* (Fr.) Gillet
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota epicharis* Berk. & Broome
Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009).

Lepiota erythrosticta (Berk. & Broome) Sacc.
Distribuição: Paraíba (Neves *et al.* 2013); Paraná (Meijer 2001); Pernambuco (Wartchow *et al.* 2008).

Lepiota felina (Pers.) P. Karst.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota felina var. *laeviceps* (Speg.) Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota felinoides Peck
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota flavidula (Rick) Singer
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Schulzeria flavidula* Rick]).

Lepiota flavipes Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota flavosericea Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota forquignonii Quél.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota forquignonii var. *forquignonii* Quél.
Distribuição: Rio de Janeiro (Albuquerque *et al.* 2010).

Lepiota fulvastra Berk. & M.A. Curtis
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota fulvolutea Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota fuscosquamea (Peck) Sacc.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota gracilis Peck
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota grisea Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota hypholoma Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

- Lepiota ingrata* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota inclinata* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota inclinata* var. *appendiculata* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota izonetae* Singer
Distribuição: Amazonas (Singer 1989).
- Lepiota lactea* Murr.
Distribuição: Paraná (Meijer 1990); São Paulo (Capelari 1989).
- Lepiota lentiginosa* Pegler 1975
Distribuição: São Paulo (Grandi *et al.* 1984).
- Lepiota leviceps* Speg.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota lugens* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota micropholis* (Berk. & Broome) Sacc.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota minuta* Bat.
Distribuição: Pernambuco (Batista 1955).
- Lepiota morganii* (Peck.) Sacc.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961); São Paulo (Bononi *et al.* 1981).
- Lepiota noctiphila* (Ellis) Sacc.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).
- Lepiota nigropunctata* Dennis
Distribuição: São Paulo (Capelari 1989).
- Lepiota nigropunctata* var. *lutea* Dennis
Distribuição: Paraná (Meijer 2006).
- Lepiota olivaceomamosa* var. *grisea* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota pardalota (Mont.) Mussat
Distribuição: Mato Grosso (Pegler 1989).

Lepiota parvannulata (Lasch) Gillet
Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009); Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota plumbicolor (Berk. & Broome) Sacc.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota plumbicolor var. *atropunctata* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota pratensis Speg.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota proletária Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota procera var. *vulpina* Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota pteropoda Kalchbr. & MacOwan
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota pusilla Speg.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota pyrhaes (Berk. & Broome) Sacc.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota quinamana Dennis
Distribuição: São Paulo (Pegler 1989).

Lepiota radicata Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota rosella Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota rubrostraminea Rick
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota rufogranulata Henn.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961); Santa Catarina (Hennings 1897).

Lepiota rupta Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota serenula P. Karst.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota serrulata Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota serrulata var. *major* Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota sordida Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota steinhausii var. *straminea* (Rick) Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota straminea*]).

Lepiota subalba Kühner ex P.D. Orton

Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009).

Lepiota subamanitifformis Dennis

Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009).

Lepiota subclypeolaria (Berk. & M.A. Curtis) Sacc.

Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009).

Lepiota sulphureosquamulosa Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota sulphurina Clem.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota thrombophora (Berk. & Broome) Sacc.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota tortipes Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota trichroa Mont.

Distribuição: Mato Grosso (Pegler 1989).

Lepiota unicolor Rick

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota weddellii Mont.
Distribuição: Goiás (Pegler 1989).

Lepiota zeyheri Berk.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Lepiota zeyheri var. *verrucellosa* (Miq.) Kalchbr.
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961).

Leucoagaricus Locq. ex Singer

Leucoagaricus americanus (Peck) Vellinga
Distribuição: Paraíba (Neves *et al.* 2013); Rio de Janeiro (Albuquerque *et al.* 2010).

Leucoagaricus barszii (Zeller) Vellinga
Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009).

Leucoagaricus confusus (Rick) Singer
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota confusa*]).

Leucoagaricus leucothites (Vittad.) Wasser
Distribuição: Paraná (Meijer 2006); São Paulo (Grandi *et al.* 1984); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota holosericea*]).

Leucoagaricus meleagris (Sowerby) Singer
Distribuição: Rio de Janeiro (Albuquerque 2006); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota meleagris*]); São Paulo (Pegler 1997).

Leucoagaricus nympharum (Kalchbr.) Bon
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota rhacodes* f. *puellaris*]).

Leucoagaricus olivaceomamillatus (Rick) Singer
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota olivaceomammosa* Rick]).

Leucoagaricus rickianus (Speg.) Singer
Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota rickiana* Speg.]).

Macrolepiota Singer

Macrolepiota bonaerensis (Speg.) Raithelh.
Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009); Paraná (Meijer 2006); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota bonariensis*]).

Macrolepiota brasiliensis (Rick) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota permixta* var. *brasiliensis* Rick]).

Macrolepiota dolichaula (Berk. & Broome) Pegler & R.W. Rayner

Distribuição: São Paulo (Grandi *et al.* 1984).

Macrolepiota excoriata (Schaeff.) M.M. Moser

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota excoriata*]).

Macrolepiota gracilentata var. *acuteumbonato* Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota procera* f. *gracilentata*]).

Macrolepiota mastoidea (Fr.) Singer

Distribuição: Minas Gerais (Rosa & Capelari 2009); São Paulo (Grandi *et al.* 1984).

Macrolepiota procera (Scop.) Singer

Distribuição: São Paulo (Bononi *et al.* 1984); Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota procera*]).

Macrolepiota stercoraria (Rick) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota stercoraria*]).

Melanophyllum Velen.

Melanophyllum haematospermum (Bull.) Kreisel

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Psalliota echinata*]).

MicropsalliotaHöhn

Micropsalliota brunneosperma (Singer) Pegler

Distribuição: Pernambuco (Wartchow *et al.* 2008).

Smithiomyces Singer

Smithiomyces lanosofarinus (Rick) Raithelh.

Distribuição: Rio Grande do Sul (Rick 1961 [Como *Lepiota lanosofarinosa*]).

Smithiomyces mexicanus (Murrill) Singer

Distribuição: Amazonas (Coleção de Fungos - INPA); Paraná (Meijer 2006).

Apêndice B Números de acesso de sequências utilizadas nas análises filogenéticas

Tabela 2 Sequências de coleções incluídas nas análises filogenéticas

Espécie	# Acesso GenBank	País de origem
<i>Cyphomyrmex faunulus</i>	JQ617716	Equador
<i>Cyphomyrmex faunulus</i>	AF079678	Brasil
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	AF079681	Trindade e Tobago
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	AF079682	Trindade e Tobago
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	AF079684	Trindade e Tobago
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	AF079689	Panamá
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	AF079693	Guyana
<i>Cyphomyrmex salvini</i>	AF079696	Panamá
<i>Lepiota flammeotincta</i>	U85331	Costa Rica
Lepiotaceae sp. BR013	EF527293	Brasil
Lepiotaceae sp. BR028	EF527307	Brasil
Lepiotaceae sp. BR038	EF527315	Brasil
Lepiotaceae sp. PA302	AF079745	Panamá
Lepiotaceae sp. PA451A	EF527326	Panamá
Lepiotaceae sp. PA519	EF527337	Panamá

Continuação **Tabela 2** Sequências de coleções incluídas nas análises filogenéticas

Espécie	# Acesso GenBank	País de origem
Lepiotaceae sp. PA607	EF527344	Panamá
Lepiotaceae sp. PA611	EF527348	Panamá
Lepiotaceae sp. PA614	EF527349	Panamá
Lepiotaceae sp. PA630A	EF527362	Panamá
<i>Leucoagaricus birnbaumii</i>	U85323	Reino Unido
<i>Leucoagaricus fragilissimus</i>	U85324	Costa Rica
<i>Leucoagaricus leucothites</i>	HQ436119	China
<i>Leucoagaricus orientiflavus</i>	GU084262	China
<i>Leucoagaricus orientiflavus</i>	GU084261	China
<i>Leucoagaricus rubrotinctus</i>	FJ481050	China
<i>Leucoagaricus rubrotinctus</i>	JN944081	China
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	AY534115	Korea
<i>Leucocoprinus brebissonii</i>	AF482859	França
<i>Leucocoprinus cepaestipes</i>	U85338	Reino Unido
<i>Leucocoprinus</i> cf. <i>brebissonii</i> PA288	AF079742	Panamá
<i>Leucocoprinus</i> cf. <i>fragilissimus</i> PA250	AF079738	Panamá
<i>Leucocoprinus</i> cf. <i>zamurensis</i> PA415	AF079753	Panamá

Continuação **Tabela 2** Sequências de coleções incluídas nas análises filogenéticas

Espécie	# Acesso GenBank	País de origem
<i>Leucocoprinus longistriatus</i>	U85322	Estados Unidos
<i>Leucooprinus straminellus</i>	AF482870	Países Baixos
<i>Myrmicocrypta cf. buenzlii</i>	AF079714	Guyana
Uncultured Agaricaceae	HM245775	Brasil
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i> SUV108		Brasil
<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> SUV111		Brasil
LcSUV42		Brasil
LcSUV47		Brasil
Ls1SUV64		Brasil
LcSUV86		Brasil
LaSUV103		Brasil
LcSUV105		Brasil
LcSUV113		Brasil
LcSUV116		Brasil
LcSUV121		Brasil
LcSUV129		Brasil
Ls1SUV143		Brasil

Continuação **Tabela 2** Sequências de coleções incluídas nas análises filogenéticas

Espécie	# Acesso GenBank	País de origem
LsISUV147		Brasil
LcSUV145		Brasil
LsISUV153		Brasil
LsISUV157		Brasil
LsICH05		Brasil

Apêndice C Árvore consenso da análise de parcimônia utilizando o marcador da reigão ITS

