



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
LABORATÓRIO DE MICOLOGIA**

Fernando Mafalda Freire

**ASPECTOS TAXONÔMICOS DE FUNGOS
ENTOMOPATÓGENOS (*CORDYCEPS S. L.*) DA MATA
ATLÂNTICA CATARINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso do
Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Licenciado e Bacharel em Ciências
Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Elisandro
Ricardo Drechsler-Santos

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria
Alice Neves

Florianópolis
2012

RESUMO

Grande parte dos fungos entomopatógenos pertence à *Ascomycota*, e são comumente encontrados em estado conidial (anamórfico). *Cordyceps s.l.* é caracterizado por apresentar a maior parte de suas espécies patogênicas de artrópodes, sendo o hospedeiro usado para concluir parte do seu ciclo de vida. São conhecidas em torno de 400 espécies de *Cordyceps*, porém estudos moleculares recentes demonstraram que este é um grupo polifilético. Atualmente, *Cordyceps* se encontra distribuído dentro de três famílias (*Cordycipitaceae*, *Ophiocordycipitaceae* e *Clavicipitaceae*) de *Hypocreales*, em distintos gêneros. Tanto artrópodes quanto as espécies de *Cordyceps* podem ser encontrados em qualquer ambiente terrestre, com exceção da Antártica. Porém, apesar de sua expressiva importância ecológica, no Brasil a maior parte das pesquisas sobre *Cordyceps s.l.* aborda temas relacionados apenas à aplicabilidade de fungos entomopatógenos relacionados a biocontrole na agricultura. O país, apesar de apresentar uma das maiores diversidades de artrópodes, não apresenta trabalhos que reflitam a realidade sobre a diversidade e/ou ecologia de *Cordyceps s.l.* Em Santa Catarina, os distintos ecossistemas da Mata Atlântica não foram explorados adequadamente, sendo que as poucas expedições a campo nessa região, vinculadas a busca desse tipo de material, datam de mais de 100 anos atrás. Com o intuito de registrar as espécies de *Cordyceps s.l.* que ocorrem no Estado foram realizadas expedições em diversas regiões, privilegiando Unidades de Conservação. Destas expedições foram coletados 54 morfoespécies, sendo que 24 destes encontrados na fase assexuada (anamórfos) e os 30 restantes encontrados na fase sexual (teleomórfos). Devido à dificuldade de trabalho com materiais fúngicos que apresentam apenas estruturas assexuais, os esforços foram voltados à identificação dos materiais com estruturas sexuais, resultando em 15 espécies de *Cordyceps s.s.*, 13 de *Ophiocordyceps* e 2 de *Torrubiella*. Dos materiais isolados em meio BDA 18 estão sendo mantidos na Micoteca do Laboratório de Micologia. Neste trabalho são apresentadas a descrição, discussão e distribuição de 11 espécies taxonomicamente estudadas: *Cordyceps* sp1, *Cordyceps* sp2, *Cordyceps* sp3; *Cordyceps martialis*, *Ophiocordyceps australis*, *O. communis* e *O. gracilioides* (estes dois últimos são novos registros para os Neotrópicos), *O. kniphofioides* var. *kniphofioides* e *O. nutans* (novos registros para a Região Sul do Brasil), *Torrubiella arachnophila* var. *pulchra* (novo registro para o Brasil) e *Torrubiella* sp1.

Palavras-chave: *Ascomycota*, *Hypocreales*, *Cordycipitaceae*, *Ophiocordycipitaceae*, artrópodes.

ABSTRACT

Most of the entomopathogenic fungi belong to Ascomycota, and are commonly found in conidial state (anamorphic). *Cordyceps s.l.* is characterized by having most of their species entomopathogenic as host to complete part of their life cycle. There are known around 400 species of *Cordyceps*, but recent molecular studies showed it is a polyphyletic group. Currently, *Cordyceps* is distributed in three families (*Cordycipitaceae*, *Ophiocordycipitaceae* and *Clavicipitaceae*) of *Hypocreales*, comprising different genus. Both, arthropods and species of *Cordyceps*, can be found in any terrestrial environment, except Antarctica. However, despite its significant ecological importance, in Brazil, most of the researches about *Cordyceps s.l.* is addressed to applicability of entomopathogenic fungi as biocontrol in agriculture. The country, despite having a greatest diversity of arthropods, does not present works that reflect the reality of the diversity and ecology of *Cordyceps s.l.* In Santa Catarina, the different ecosystems of the Atlantic Rain Forest have not been explored, and the last efforts to collecting and studying the *Cordyceps* happened 100 years ago. In order to record the species of *Cordyceps s.l.* that occurring in the ecosystems of the state, expeditions were conducted in different regions, focused on Protected Areas. Those 54 morphotypes collected 24 were found in the asexual form (anamorphic) and the remaining 30 were in the sexual form (teleomorphic). Efforts were focused on the identification of materials with sexual structures, resulting in 15 species of *Cordyceps s.s.*, 13 *Ophiocordyceps* and 2 *Torrubiella*. From material isolated on PDA medium, 18 are being kepted the fungal collection of the Mycology Laboratory. This work presents the description, discussion and taxonomic distribution of 11 species: *Cordyceps martialis*, *Cordyceps* sp1, *Cordyceps* sp2, *Cordyceps* sp3, *Torrubiella arachnophila* var. *pulchra* (new record for Brazil), *Torrubiella* sp1, *Ophiocordyceps australis*, *O. nutans* (new record for southern Brazil), *O. gracilioides* (new record for the Neotropics), *O. kniphofioides* var. *kniphofioides* (new record for southern Brazil) and *O. communis* (new record for the Neotropics).

Keywords: *Ascomycota*, *Hypocreales*, *Cordycipitaceae*, *Ophiocordycipitaceae*, arthropods.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FUNPESQUISA - Fundo de Incentivo à Pesquisa

PARNA-SI - Parque Nacional da Serra do Itajaí

PARNA-SJ - Parque Nacional de São Joaquim

P.E.FP - Parque Estadual Fritz Plaumann

SC – Santa Catarina

UC – Unidade de Conservação

UCAD – Unidade de Conservação Ambiental Desterro

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

PEST – Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

cm – centímetro

comp. – comprimento

diam. – diâmetro

m – metro

mm – milímetro

µm – micrômetro

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. OBJETIVOS	11
1.1.1. Objetivo Geral	11
1.1.2. Objetivos Específicos	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS	13
2.1. ÁREAS DE ESTUDO	13
2.2. PROCEDIMENTO EM CAMPO E EM LABORATÓRIO	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1. CHAVE PARA GÊNEROS/ESPÉCIES DE <i>CORDYCEPS</i> S. L. QUE OCORREM EM SANTA CATARINA	16
3.2. TAXONOMIA	18
<i>Cordycipitaceae</i>	18
<i>Ophiocordycipitaceae</i>	35
4. CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiões fitoecológicas de Santa Catarina	13
Figura 2. <i>Cordyceps</i> sp1.	20
Figura 3. <i>Cordyceps</i> sp2.	22
Figura 4. <i>Cordyceps</i> sp3.	24
Figura 5. <i>Cordyceps martialis</i>	27
Figura 6. <i>Torrubiella arachnophila</i> var. <i>pulchra</i>	31
Figura 7. <i>Torrubiella</i> sp1.	34
Figura 8. <i>Ophiocordyceps australis</i>	38
Figura 9. <i>Ophiocordyceps nutans</i>	41
Figura 10. <i>Ophiocordyceps gracilioides</i>	44
Figura 11. <i>Ophiocordyceps kniphofioides</i> var. <i>kniphofioides</i>	49
Figura 12. <i>Ophiocordyceps gracilioides</i>	52

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 100 mil espécies de fungos são reconhecidas pela ciência (Kirk *et al.* 2008). Destas, quase 22 mil (Mueller *et al.* 2007) produzem estruturas reprodutivas macroscópicas (Ascomas e Basidiomas) e por isso são denominados macromicetos, dos filos Ascomycota e Basidiomycota, respectivamente.

Grande parte dos fungos entomopatógenos é de Ascomycota, geralmente encontrados na forma conidial (anamórfica), sendo que as espécies são registradas com os nomes destas formas (Sosa-Gómez *et al.* 2010). *Cordyceps* Fr., por sua vez, foi caracterizado por apresentar espécies patogênicas de artrópodes que utilizam o hospedeiro para produzir um ou mais ascomas (estromas) e ascósporos, concluindo assim a parte sexual do ciclo reprodutivo (Sung *et al.* 2007). Um detalhe importante do ciclo de vida destes fungos é que ele é sempre direto, ou seja, utilizam somente um hospedeiro não havendo hospedeiros intermediários (Hughes *et al.* 2009).

São conhecidos em torno de 400 espécies de *Cordyceps* (Sung *et al.* 2007), os quais infectam uma vasta diversidade de hospedeiros, dentre eles nove ordens de insetos, uma ordem de aranhas e também uma ordem de fungos (Hughes *et al.* 2009). O hábito peculiar reflete uma importância ecológica desse tipo de organismo, visto que tanto artrópodes quanto as espécies de *Cordyceps* podem ser encontrados, com exceção da Antártica, em qualquer ambiente terrestre, com destaque para as regiões subtropicais e tropicais do planeta (Sung *et al.* 2007). Infecções por *Cordyceps* são altamente virulentas, matando seu hospedeiro durante seu desenvolvimento e utilizando seus recursos para produzir estruturas que se projetam dos corpos dos hospedeiros a fim de dispersar seus esporos, os quais podem então infectar outros hospedeiros (Hughes *et al.* 2009).

O uso de fungos entomopatógenos como controle biológico em florestas ou na agricultura já está se tornando algo recorrente, devido à facilidade e segurança desse tipo de metodologia no controle de pragas (Sosa-Gómez *et al.* 2010), sobretudo porque é possível encontrar interações altamente especializadas entre parasita e hospedeiro (Evans *et al.* 2011). Todavia, há trabalhos, como o de Hughes *et al.* (2009), que apontam para o contrário, reproduzindo em laboratório eventos de infecção de espécies de *Cordyceps* em diferentes espécies de formigas, inclusive pertencentes a grupos filogeneticamente distantes. Dessa forma, estariam demonstrando a existência de espécies de fungos entomopatógenos com interações ecológicas menos especializadas.

Ainda assim, a maior parte das espécies está, aparentemente, restrita a uma única espécie de hospedeiro ou a um conjunto de espécies filogeneticamente relacionadas (Sung *et al.* 2007).

Este grupo de macromicetos não é monofilético e o gênero não pode mais ser considerado um agrupamento único, visto que dentro deste táxon já foram incluídas, inclusive, espécies patógenas de outros fungos, como por exemplo, alguns patógenos de trufas (Sung *et al.* 2007). *Cordyceps sensu lato* encontra-se, principalmente, a partir de estudos moleculares, desmembrado em quatro gêneros (*Cordyceps s. s.*, *Elaphocordyceps* G.H. Sung & Spatafora, *Metacordyceps* G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora e *Ophiocordyceps* Petch) distribuídos em três famílias (*Cordycipitaceae* Kreisel ex G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, *Clavicipitaceae* Earle, *Ophiocordycipitaceae* G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora) de *Hypocreales* Lindau como proposto por Sung *et al.* (2007). *Torrubiella* Boud. (*Cordycipitaceae*), por sua vez, é o quinto gênero aceito neste novo cenário a partir do trabalho de Johnston *et al.* (2009), com base na morfologia, molecular e hospedeiro em particular, ou seja, geralmente encontrado em aranhas.

O recente trabalho de Sosa-Gómez *et al.* (2010), reunindo publicações sobre grupos de *Cordyceps s. l.* encontrados no Brasil e na Argentina, relata a deficiência da pesquisa sobre diversidade e destaca, principalmente, a necessidade de mais estudos em praticamente todas as regiões da América do Sul.

De modo geral, no Brasil, a maior parte das publicações sobre *Cordyceps s. l.* aborda temas relacionados à aplicabilidade de entomopatógenos na agricultura, resultados da observação de espécies já conhecidas (Alves *et al.* 1978, Villani *et al.* 1984, Junqueira *et al.* 1987, Sosa-Gómez *et al.* 2002, Junqueira *et al.* 2003 e Luz *et al.* 2004). Considerando que o Brasil é um dos países com maior diversidade de artrópodes (Sosa-Gómez *et al.* 2010) é possível dizer que os recentes trabalhos (Silva *et al.* 2007, Evans *et al.* 2011) sobre a diversidade e/ou ecologia de *Cordyceps s. l.* em ambientes naturais são poucos e não refletem a realidade sobre este grupo. Assim, é possível hipotetizar que o País deva apresentar muitas novidades científicas com relação às espécies de *Cordyceps s. l.*

Em Santa Catarina, durante 25 anos (1983-2008), foi realizado um extenso inventário dos macromicetos, que apresenta 247 espécies de Basidiomycota (212) e Ascomycota (35) (Loguercio-Leite *et al.* 2009). A aparente superioridade de riqueza de Basidiomycota em relação à Ascomycota é explicada por Loguercio-Leite *et al.* (2009) ao declarar

que os dados registrados para o Estado são reflexos de projetos e pesquisas que privilegiaram as espécies de Basidiomycota. Das 35 espécies de Ascomycota mencionadas, duas, *Ascopolyporus polyporoïdes* Möller e *Mycomalus bambusinus* Möller, foram descritas a partir de material encontrado no Estado (Möller 1901) e estas espécies, parasitas de bambu, pertencem a *Hypocreales*. O trabalho de Loguercio-Leite *et al.* (2009) não apresenta os registros das 17 espécies de *Cordyceps* encontradas no Estado por Alfred Möller, sendo que 14 destas foram propostas por Möller (1901) a partir de material encontrado em Blumenau. O trabalho de Möller (1901), além de ser antigo e escrito em alemão, o que dificulta um pouco a sua utilização, não apresenta nenhuma informação de onde possam estar depositados os materiais, o que justificaria a exclusão destas espécies por Loguercio-Leite *et al.* (2009).

Neste contexto, fica claro que os distintos ecossistemas da Mata Atlântica de Santa Catarina não foram explorados para o estudo sobre a diversidade de *Cordyceps s.l.* Além disto, as espécies de *Hypocreales* descritas, a partir de materiais coletados no Estado, são indicativas de novidades científicas, devido ao grande número de morfoespécies encontradas e aos novos registros, principalmente para os Neotrópicos e para o Brasil. Sendo assim, a Mata Atlântica de Santa Catarina se torna um cenário incentivador para esforços de amostragem e estudos que envolvam não somente o reconhecimento das espécies de *Cordyceps s.l.*, mas também da sua biologia, ecologia e biogeografia, entre outros aspectos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Contribuir para o conhecimento sobre as espécies de *Cordyceps s.l.* que ocorrem no estado de Santa Catarina.

1.1.2. Objetivos Específicos

a) Coletar espécies de fungos patógenos de artrópodes nas três diferentes regiões fitoecológicas de Santa Catarina, enfatizando como áreas prioritárias as Unidades de Conservação;

b) Isolar os organismos coletados e mantê-los em meios de cultivo para a coleção de isolados fúngicos da UFSC;

c) Pesquisar, em herbários de Santa Catarina, materiais relacionados à *Cordyceps s.l.*, revisar e identificar morfológicamente estes materiais;

d) Descrever macro e microscopicamente a morfologia dos materiais coletados, bem como daqueles isolados que se obtiveram cultura;

e) Identificar as espécies coletadas;

f) Descrever novidades científicas (novos táxons e/ou registros da distribuição das espécies, bem como aspectos ecológicos) e divulgar as informações geradas em trabalhos científicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREAS DE ESTUDO

Foram realizadas, em 2011 e 2012, expedições de campo para coleta dos materiais nas unidades de conservação: 1. Parque Nacional da Serra do Itajaí (PARNA-SI), 2. Parque Nacional de São Joaquim (PARNA-SJ) e 3. Parque Estadual Fritz Plaumann (P.E.FP). Cada uma destas Unidades de Conservação (UC) está localizada e representa uma das unidades fito-ecológicas do estado de Santa Catarina, ou seja, Florestas Ombrófila Densa, Mista e Estacional Decidual (Fig. 1).

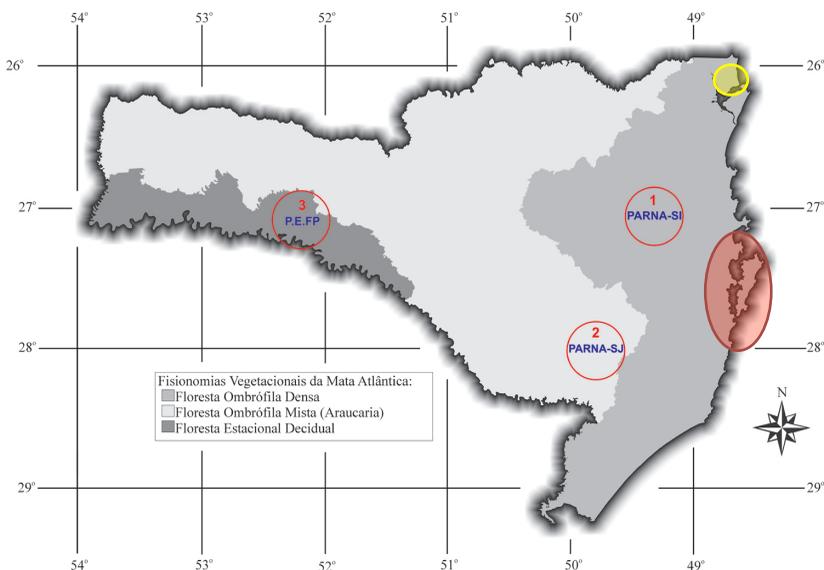


Figura 1. Regiões fitoecológicas de Santa Catarina com ênfase para as áreas de estudo: 1) PARNA da Serra do Itajaí (PARNA-SI); 2) PARNA São Joaquim (PARNA-SJ); 3) Parque Estadual de Fritz Plaumann (P.E.FP); em destaque nas cores: vermelho, a região metropolitana de Florianópolis, incluindo o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e vários pontos de coleta na ilha de Santa Catarina; e amarelo, a RPPN Volta Velha no município de Itapoá (Fonte: elaborado por Drechsler-Santos).

Além destas expedições, foram realizadas amostragens aleatórias na região metropolitana de Florianópolis, incluindo uma no PEST da Serra do Tabuleiro e 10 em quatro diferentes trilhas na Ilha de Santa Catarina: 1. Trilha Principal da Unidade de Conservação Ambiental Desterro (UCAD, três visitas), 2. Trilha do Jipe no Morro da Lagoa da Conceição (três visitas), 3. Trilha da Lagoinha do Leste (três visitas) e 4.

Trilha de Naufragados (uma visita). Neste período também foi realizada uma expedição de campo na região nordeste do Estado, especificamente na RPPN Volta Velha em Itapoá (em amarelo na Fig. 1).

Foram incluídos no presente trabalho dados de coletas feitas por outros integrantes do Laboratório de Micologia da UFSC, durante o período de estágio, que gentilmente cederam os espécimes para este estudo.

2.2. PROCEDIMENTO EM CAMPO E EM LABORATÓRIO

As coletas de *Cordyceps s.l.* foram realizadas em locais com o mínimo possível de influência antrópica, privilegiando ambientes de mata fechada, ou seja, há alguns metros de distância da borda das trilhas, também com o intuito de evitar o efeito de borda. A determinação dos locais de coleta foi realizada de forma direcionada, ou seja, foram escolhidos principalmente locais com grande densidade de formigas (próximo a formigueiros), em troncos caídos ou em algum estágio de decomposição, na serapilheira, em galhos e folhas de árvores vivas ou mortas, caídas ou não, e que podiam possuir insetos fixados e/ou inseridos. Em cada ponto de coleta foram disponibilizados 15 minutos, em média, para a busca de forma aleatória, varrendo visualmente toda a área delimitada em um raio de 1 m, sendo cinco minutos dedicados à busca em troncos e/ou galhos, mais cinco minutos para o solo e serapilheira, e os cinco minutos restantes para as partes (adaxial e abaxial) das folhas de plantas vivas (Lodge et al., 2004). Quando algum material era encontrado, as buscas se prolongavam por mais 15 minutos em um raio de dois metros além do raio anteriormente definido como local de coleta.

Os materiais encontrados foram fotografados e coletados, juntamente com seus respectivos hospedeiros, ou ainda com parte dos substratos que estes estivessem aderidos ou inclusos. Quando possível, as coletas foram georeferenciadas por pontos GPS com a altitude verificada. Os exemplares foram levados para o laboratório de Micologia da UFSC para o isolamento em meio de cultivo, para, desidratação (mantidos por 8 a 12h em estufa “desidratadora de alimentos” TCFD-05 Total Chef Food Dehydrator, com ventilação de ar quente) e descrição morfológica. Todos os materiais coletados e processados foram depositados no Herbário FLOR (UFSC).

O isolamento dos materiais ainda frescos (antes do estágio de desidratação) foi realizado a partir de fragmentos dos estromas (ascomas) retirados de porções internas dos peritécios e/ou a partir de

esporos sexuais (ascósporos) ou assexuais (conídios), em placas de Petri com meio de extrato de malte ágar - MEA (protocolo modificado a partir de Liu *et al.*, 1989). Todas as inoculações foram feitas com o auxílio de agulhas descartáveis, em câmara de fluxo laminar com a assepsia necessária para evitar contaminações. Os isolados foram mantidos em câmara de BOD a 25 °C, sendo observados diariamente até a estabilização do micélio sem contaminantes. Após este processo as colônias foram transferidas para tubos de ensaio e mantidas sob refrigeração (4 a 8 °C) na coleção de culturas do Laboratório de Micologia do Departamento de Botânica da UFSC, onde receberam um número de acesso.

Com auxílio de microscópio estereoscópico e/ou a “olho desarmado” foram anotados os dados sobre o estroma (quantidade, posição no hospedeiro, forma, cor, consistência e dimensões), região fértil (posição, quantidade, textura e cor) e superfície (tipo e cor, forma de inserção do peritécio no estroma, quando este estivesse presente). Para a análise microscópica foram realizadas mensurações e fotografias, principalmente de hifas, conidióforos, conídios, peritécios, ascos e ascósporos. Estas, foram realizadas a partir de cortes dos exemplares, em água, Melzer, soluções de Floxina (1%) e KOH (3-5%) e/ou azul de algodão e KOH (3-5%), montados entre lâmina e lamínula.

Para descrição e identificação dos materiais coletados foi levado em consideração o máximo de caracteres possíveis (macro e micromorfológicos, de cultivo, bioquímicos, ecológicos e biogeográficos), bem como informações sobre o hospedeiro (habitat, identificação por especialista do grupo) e consulta de literatura especializada (Mains 1954, Liang *et al.* 2005, Sung *et al.* 2007, Evans *et al.* 2011). Para a definição de morfoespécies foi seguido principalmente a morfologia, mas no caso de muitos anamorfos foi utilizado o hospedeiro como característica distintiva. Para a nomenclatura, autoria dos táxons e sistema de classificação foram seguidas as publicações de Hibbett *et al.* (2007) e Sung *et al.* (2007). Também foi utilizado como fonte de consulta o banco de dados: Index Fungorum – IF (<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das expedições de campo e dos materiais coletados e cedidos por colaboradores, foram identificados 54 morfoespécies de fungos parasitando em torno de sete ordens de Artrópodes. Todos estes materiais de fungos foram isolados em meio Agar Batata Dextrose (BDA), sendo que 18 morfoespécies estão sendo mantidos na Micoteca do Laboratório de Micologia e destes, foi estudado a morfologia em cultivo de três espécies. Os outros 36 materiais isolados não desenvolveram-se em cultura ou sofreram algum tipo de contaminação, sendo então descartados.

Dos 54 materiais de fungos, 30 apresentaram estruturas sexuais (teleomorfos). Os espécimes anamórficos não apresentam caracteres suficientes para uma identificação mais precisa e por isto não são apresentados neste trabalho, o que sugere mais tempo para o estudo e determinação dos materiais.

Das 30 espécies teleomórficas, 15 pertencem à *Cordyceps s.s.*, duas são *Torrubiella* e 13 são *Ophiocordyceps*. Destas, são apresentadas neste trabalho 11 espécies com descrição e discussão sobre a determinação taxonômica. Os principais fatores que nos levaram a restringir o número de espécies apresentados nesse trabalho foram a literatura dispersa, inexistência de chaves dicotômicas e escassez de trabalhos relacionados ao grupo, principalmente para os Neotrópicos.

Abaixo é apresentado uma chave proposta para identificação das 11 espécies e na sequência as mesmas são descritas e discutidas.

3.1. CHAVE PARA GÊNEROS/ESPÉCIES DE *CORDYCEPS S.L.* QUE OCORREM EM SANTA CATARINA

1. Fungos em hospedeiros em estágio imaturo (larvas, pupas, ninfas) ou em aranhas 2
(*Cordicipitaceae*)
- 1'. Fungos em hospedeiros em estágio adulto 7
(*Ophiocordicipitaceae*)
2. Hospedeiros em estágio larval ou de pupa (Coleoptera e Lepidoptera), estromas amarelos a alaranjados com região fértil (peritécios) usualmente terminal 3 (*Cordyceps*)
- 2'. Hospedeiros adultos de aranhas (Arachnida, Araneae), estromas ausentes (peritécios desenvolvendo-se diretamente no micélio que recobre o hospedeiro 6 (*Torrubiella*)

3. Hospedeiros em estágio larval de Coleoptera 4
 3'. Hospedeiros pupas de Lepidoptera ou Coleoptera 5
4. Hospedeiros recobertos por micélio branco e liso, ascoma simples, sem uma forma definida, de coloração creme, mas com ápice amarelado e intumescido, com peritécios amarelados, semi imersos no estroma, região fértil terminal *Cordyceps* sp2
- 4'. Hospedeiro recoberto por micélio alaranjado e rizomórfico, ascoma bifurcado ou não, claviforme (podendo possuir ápice cônico), de coloração branca ou alaranjado, com peritécios marrom avermelhados, totalmente imersos no estroma, região fértil pode ou não ser terminal, superfície do estroma e das projeções miceliais ao longo do hospedeiro reagem com KOH 3% *Cordyceps martialis*
5. Hospedeiros pupa de Coleoptera, encontrado dentro de troncos, poucos ascomas, peritécios ovóides, 520-540 x 220-320 µm, amarelados, quase totalmente imersos no estroma, ascos com 140-230 x 3-4 µm, segmentos dos ascósporos com 8-11 x 1 µm *Cordyceps* sp1
- 5'. Hospedeiros pupa de Lepidoptera, encontrado na serapilheira, dezenas de ascomas, peritécios ovóides, porém achatados na base, 290-400 x 150-235 µm, parcialmente imersos no estroma, asco com 250-335 x 3-4 µm, segmentos dos ascósporos com 10-12 x 1-1,5 µm *Cordyceps* sp3
6. Muitos peritécios (em torno de 70), grandes ascos com dimensões de 600-780 x 6-7 µm, parede engrossada capuz cônico a campanulado, sinema longo e filiforme, conidióforos com conídios limoniformes (5-4 x 3-4 µm) *Torrubiella arachnophila* var. *pulchra*
- 6'. Um único peritécio, asco com dimensões de 340-600 x 3-5 µm, capuz bem definido, com poro apical, sinema globoso a cilíndrico, conidióforos com conídios alongados com exterminadas bastante afinadas, 8-12 x 2-4 µm *Torrubiella* sp1
7. Em formigas (Hymenoptera) 8
 7'. Em outros hospedeiros 9
8. Estipe longo e único no hospedeiro, com região fértil terminal avermelhada e elipsoide, ausência de sinemas, conidióforos não desenvolvem-se aderidos ao estipe *Ophiocordyceps australis*

8'. Estipes curtos desenvolvendo-se ao longo do hospedeiro, região terminal do estipe amarelada, apresenta sinemas ao longo do estipe e também desenvolvendo-se diretamente do hospedeiro, conidióforos desenvolvem-se aderidos ao estipe *Ophiocordyceps* aff. *kniphofioides* var. *kniphofioides*

9. Em Isoptera (cupins) recobertos por micélio branco

Ophiocordyceps communis

9'. Em Coleoptera ou Hemiptera não recobertos por micélio 10

10. Em larva de besouro (Coleoptera), estipe fibroso, de coloração creme, região fértil globosa alaranjada *Ophiocordyceps gracilioides*

10'. Em adulto de percevejo (Hemiptera), estipe flexível, marrom a preto, região fértil cilíndrica a elipsoide, levemente entumescida e relação ao estipe, vermelho alaranjada *Ophiocordyceps nutans*

3.2. TAXONOMIA

Hypocreales Lindau

Cordycipitaceae Kreisel ex G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora

Cordyceps sp1

Figura 2

Hospedeiro/habitat: pupa de besouro (Coleoptera); foi encontrada dentro de um tronco em estágio avançado de decomposição, projetando seis ascomas para fora do mesmo.

Micélio branco recobrimdo praticamente todo o hospedeiro, com exceção das estruturas quitinosas próximas a cabeça da pupa. **Estromas** claviformes, 10-16 x 1-3 mm, de coloração branca a creme, de consistência carnosa, se projetando em diferentes partes do hospedeiro; região fértil terminal apresentando peritécios em disposição regular. **Peritécio** ovoide, 520-540 x 220-320 µm, amarelado, quase totalmente imerso no estroma. **Asco** cilíndrico, 140-230 x 3-4 µm, hialino, com 8 esporos, capuz hialino, proeminente, 2-3 µm diam. **Ascósporo** cilíndrico, hialino, segmentado, não se fragmenta (*part-spores*) facilmente, mas também não foram encontrados ascósporos totalmente

íntegros; segmentos cilíndricos, 8-11 x 1 μm , segmentos das extremidades do ascósporo são menores e afunilados. **Sinema** não observado. **Conidióforo e conídio** não observado.

Material examinado: Brasil, Santa Catarina: Itapoá, Reserva Volta Velha, 23.II.2011, M.A. Neves MAN 674 (FLOR).

Discussão taxonômica: O material MAN 674 foi determinado como *Cordyceps* por apresentar hospedeiro Coleoptera na fase de pupa, coloração clara, forma clavoide e textura carnosa do estroma, com região fértil localizada no ápice (Sung *et al.* 2007). Esta espécie está proximamente relacionada à espécie tipo do gênero, *C. militaris* (L.) Link., por apresentar hospedeiro também na fase de pupa, pela textura e número de estromas, pela forma dos peritécios (ovoides) e disposição regular destes na região fértil. No entanto, os hospedeiros de *C. militaris* são usualmente larvas ou pupa de Lepidóptera, raramente encontrado em outros grupos (Sherestha *et al.* 2012). Além disto, a coloração do estroma, a dimensão e capuz dos ascos, do material de Santa Catarina, são caracteres distintos de *C. militaris*, que apresenta estroma laranja, ascos com 300-510 x 3,5-5 μm e capuz do asco com 3,5-5 μm (Spatafora, 2012).

C. militaris apresenta uma distribuição bem definida para o hemisfério Norte. Há registros ocasionais desta espécie no hemisfério Sul, inclusive em hospedeiros que não são de Lepidoptera, o que reflete a fragilidade do conhecimento deste grupo de fungos em regiões pouco estudadas, como os Neotrópicos. Assim, existe a possibilidade de haver espécies (linhagens biogeográficas) ainda não conhecidas, estando ou não morfologicamente relacionadas com as espécies do Hemisfério Norte (Spatafora, 2012).

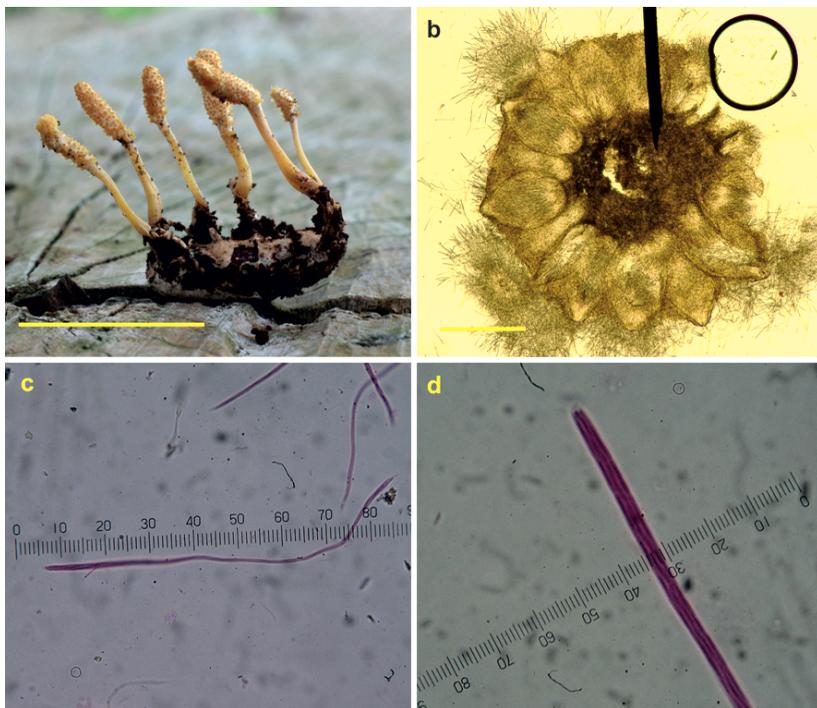


Figura 2. *Cordyceps* sp1: **a.** vista do fungo e hospedeiro recém coletados (foto: M.A. Neves); **b.** corte transversal do estroma evidenciando a disposição marginal dos peritécios e liberação dos ascos; **c.** asco filiforme (400X, em floxina, fator de conversão=2,5); e **d.** em detalhe o capuz hialino no ápice do asco contendo ascósporos segmentados dispostos longitudinalmente (1000X, em floxina).

***Cordyceps* sp2**

Figura 3

Hospedeiro/habitat: em larvas de besouro (Coleoptera); foram encontradas duas larvas muito próximas entre si, dentro de um tronco caído em avançado estágio de decomposição. Em uma das larvas foram encontrados dois estromas e na outra três, que de forma similar se projetavam aproximadamente 5 mm no tronco.

Micélio creme a amarelado recobrendo praticamente todo o hospedeiro, contudo a cabeça da larva permanece íntegra, ou seja, com pouco micélio recobrendo. **Estroma** sem forma definida, 6-13 x 0,6- 2,5 mm, 2 a 3 por hospedeiro, com estipe carnoso, de coloração creme a marrom na base, tornando-se mais claro a quase branco no ápice; região fértil intumescida a globosa, mas não uniforme quanto à disposição dos peritécios, com aspecto rugoso. **Peritécio** ovoide a obpiriforme, 425-537 x 190-325 μm , totalmente imerso. **Asco** cilíndrico, 280-330 x 6-7, hialino, com 8 esporos, ápice do asco com capuz pronunciado, 2-3 μm de comp. e 4-5 μm de diam. **Ascósporo** filiforme, multissegmentado, não se fragmentam facilmente, todavia não foram encontrados ascósporos totalmente íntegros, sendo que os maiores (com mais segmentos) possuíam entre 36-42 segmentos; segmentos quadriculados ou levemente retangulares, 1-2 x 1-2 μm . **Sinema** não observado. **Conidióforo e conídio** não observado.

Material examinado: Brasil, Santa Catarina: Florianópolis, Morro da Lagoa da Conceição, Trilha do Jipe, 16.III.2011, *M.A. Neves* MAN 720 (FLOR).

Discussão taxonômica: O material MAN 720 foi determinado como *Cordyceps* por apresentar um hospedeiro de coleóptera na fase de pupa, coloração clara e consistência carnosa do estroma, com estipe cilíndrico e a região fértil localizada no ápice (Sung *et al.* 2007). Esta espécie está proximoamente relacionada às espécies *C. militaris* e *C. sp1* (MAN 674). No entanto, a textura rugosa da região fértil, a irregularidade da distribuição dos peritécios, o tamanho dos ascos e, principalmente, o tipo de segmentação dos ascósporos diferem das espécies mencionadas. Fica claro a necessidade de mais coletas deste material, assim como do de *C. sp1*, para chegar a um entendimento da novidade ou não deste táxon.

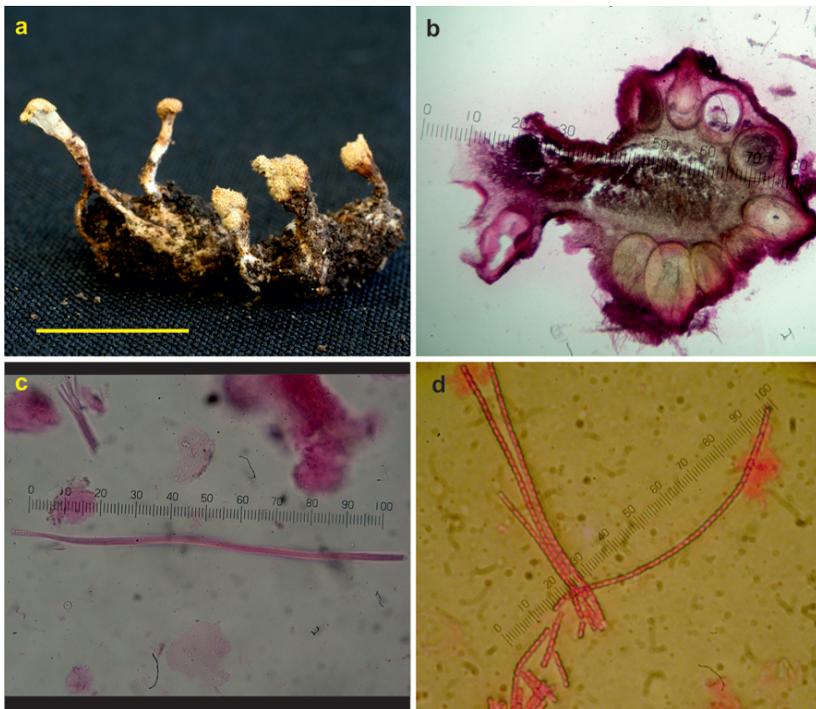


Figura 3. *Cordyceps* sp2: **a.** vista dos estromas no hospedeiro (barra: 1 cm; foto: M.A. Neves); **b.** corte transversal da região fértil do estroma evidenciando os peritécios marginais; **c.** formato filiforme do asco (400X, em floxina, fator de conversão= 2,5); **d.** ascósporos com segmentos quadriculares a retangulares (1000X, em floxina).

Cordyceps sp3

Figura 4

Hospedeiro/habitat: pupa de Lepidoptera; material estava parcialmente coberto por serapilheira, em ambiente arborizado e úmido. Espécime único, encontrado próximo à margem da trilha.

Micélio branco recobre quase totalmente o corpo do hospedeiro, porém estruturas quitinosas estão intactas, ou seja, não são utilizadas pelo fungo. Do micélio 37 ascomas se projetam ao longo de todo o hospedeiro. **Estroma** claviforme a cilíndrico, 1,6-2,5 cm, creme a amarelado, de consistência carnosa no ápice, superfície do estipe levemente tomentosa; região fértil terminal, apresentando peritécios em disposição regular, com ostíolos amarelados. **Peritécio** ovoide, achatado na base, 290-400 x 150-235 μm , amarelado, parcialmente imerso no estroma. **Asco** cilíndrico, 250-335 x 3-4 μm , hialino, com 8 esporos e capuz pronunciado, de 3-3,5 μm de diam. a 1,5 de comp. **Ascósporo** cilíndrico, hialino, segmentado, não se fragmenta (*part-spores*) facilmente, mas também não foram encontrados ascósporos totalmente íntegros; segmentos cilíndricos, 10-12 x 1-1,5 μm . **Sinema, Conidióforo e Conídio** não observado.

Material examinado: Brasil, Santa Catarina: Florianópolis, Morro da Lagoa da Conceição, 16.II.2012, *F. Mafalda-Freire* FMF 46 (FLOR).

Discussão taxonômica: FMF 46 foi identificado como *Cordyceps* por apresentar hospedeiro Lepidoptera na fase de pupa, coloração clara, forma clavoide e consistência carnosa do estroma, com região fértil localizada no ápice (Sung *et al.* 2007). Assim como em *C. sp1* e *C. sp2*, *C. sp3* é uma espécie proximamente relacionada à espécie tipo do gênero, *C. militaris*, apresentando hospedeiro Lepidoptera também na fase de pupa e disposição regular dos peritécios na região fértil terminal. No entanto, o material de Santa Catarina apresenta caracteres distintivos desta espécie, como a coloração (amarelada) e número de estromas (mais de 30, contra poucos de *C. militaris*), a dimensão dos peritécios (290-400 x 150-235 μm contra 500-720 x 300-480 μm), bem como dimensões dos ascos (250-335 x 3-4 μm contra 300-510 x 3,5-5 μm). Todavia, há ainda a necessidade de mais coletas e estudos (ex.: moleculares) para afirmar ou não que esta se trata de uma espécie nova.

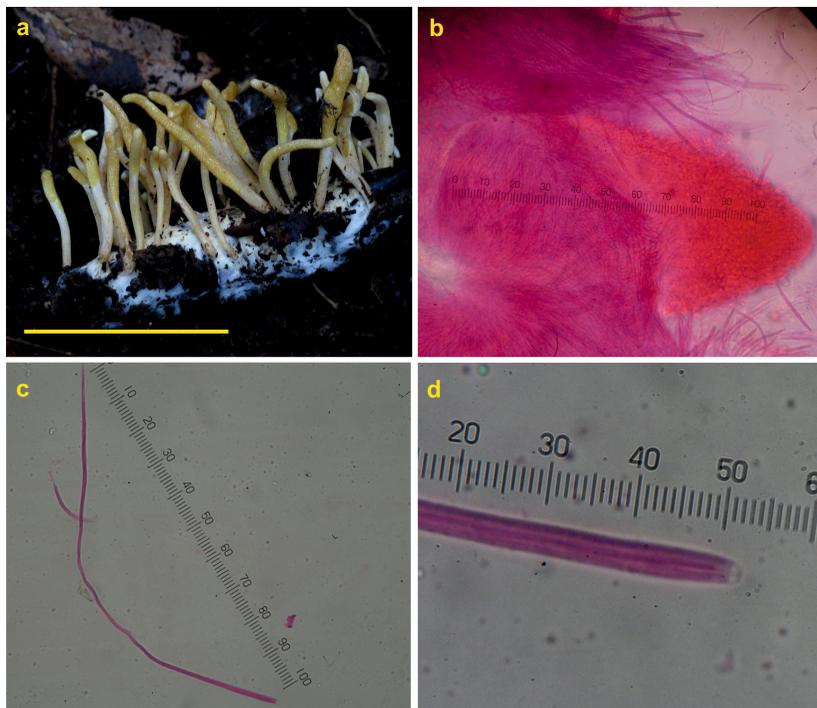


Figura 4. *Cordyceps* sp3: **a.** vista do fungo e hospedeiro em ambiente natural (escala: 2,5 cm, foto: M. Jaeger); **b.** corte transversal do estroma evidenciando um peritécio e extravasamento dos ascos (400x, em floxina, fator de conversão=2,5); **c.** asco filiforme (400x, em floxina, fator de conversão= 2,5); **d.** em detalhe o capuz hialino no ápice do asco contendo ascósporos segmentados dispostos longitudinalmente (1000x, em floxina).

Cordyceps martialis Speng., Boln Acad. nac. Cienc. Córdoba 11(4): 535 (1889)

Figura 5

Hospedeiro/habitat: em larvas de besouro (Coleoptera); foram encontradas duas larvas próximas entre si, dentro de um tronco caído em avançado estágio de decomposição. Foram encontradas de três a sete estromas em cada hospedeiro, que de forma similar se projetavam de 2 a 5 cm no tronco.

Micélio alaranjado, encontrado em todo o hospedeiro com exceção das extremidades (estruturas quitinosas), em alguns pontos densamente arranjados em cordões (que reagem com KOH3% se tornando roxos a azulados). **Estroma** alongado, claviforme a cilíndrico, 2,3-6,5 cm, 3 a 7 por hospedeiro, formado a partir da fusão de cordões miceliais, usualmente ramificados, de consistência carnosa, coloração laranja a ocre, com região apical esbranquiçada em alguns estromas, superfície do estroma reaciona em KOH (3%) se tornando rocha azulada (ver **Fig. 5 e.**); a região fértil pode ser terminal ou não, quando for o primeiro caso o ápice dos estromas se apresenta intumescido, de forma cilíndrica a globosa (18-58 x 1-5 mm) e, quando no outro caso (não terminal) o ápice é cônico (8-35 x 1,5-3,5 mm) e verrugoso. **Peritécio** ovoide, obpiriforme ou obclavado (750-930 x 200-330 µm), totalmente imerso no estroma, em posição oblíqua em relação à superfície do estroma. **Asco** cilíndrico, 312-407 x 3-5 µm, hialino, com 8 ascósporos; capuz pronunciado no ápice, 1,5-2 de comp. e 2,5-3 µm de diam. **Ascósporo** filiforme, hialino, segmentado, não se fragmenta (*part-spores*) facilmente. **Sinema** não observado. **Conidióforo** com células suporte (cilíndricas, 18-30 x 2-2,5 µm) e conidiogênicas (ovoides a cilíndricas e curvadas) e **conídio** elipsoide a cilíndrico, 5,5-8 x 2,5-4 µm.

Ecologia & Distribuição: Na descrição original de *Cordyceps martialis* os hospedeiros são sempre larvas grandes de Coleoptera, todavia alguns autores parecem aceitar que esta espécie de fungo possa parasitar também larvas de Lepidoptera. Essa espécie ocorre no Brasil, China, Guiana, Japão e Rússia (Gi-Ho Sung e Alisha Owensby em *Cordyceps.us/species/Cordyceps/martialis*).

Material examinado: Brasil, Santa Catarina: Blumenau, Parque Nacional da Serra do Itajaí, 21.II.2012, E.R. Drechsler-Santos & F. Mafalda-Freire DS 781 (FLOR).

Discussão Taxonômica: A coleta estudada (DS 781) foi identificada como *Cordyceps* por apresentar hospedeiro de coleóptero na fase larval, com estromas de coloração clara (amarelada a laranja) e consistência carnosa (Sung *et al.* 2007).

Diferentemente de *C. sp1* esta espécie não foi encontrada em pupa e sim em larva de Coleoptera, bem como em *C. sp2*. *Cordyceps submilitaris* P. Henn., que foi proposta (Saccardo e Sydow 1899) a partir de um material coletado por Möller em Blumenau/SC, parece ser a espécie mais proximamente relacionada, por apresentar estromas com forma (bifurcada), dimensões e coloração (que se mantém após desidratação) parecidas com o material DS 781, também coletado em Blumenau. No entanto, Hennings (1897), informa que *C. submilitaris* foi encontrada em larva de Lepidoptera. Por outro lado, *C. submilitaris* foi sinonimizada a *C. martialis*, que é comumente encontrado em grandes larvas de Coleoptera nos Neotrópicos (Mains 1959). Adicionalmente, em 1901, o próprio Möller afirma que o hospedeiro do material tipo de *C. submilitaris* foi coletado em uma larva de Coleoptera (Möller 1901), contrariando a informação de Hennings (1897).

A identificação equivocada do hospedeiro pode levar a determinação errônea da espécie do fungo. Teng (1934) reportou *C. submilitaris* em Kaingsu, China, em larva de Lepidoptera. A coloração e as dimensões do estroma, do peritécio e do asco são muito similares. Todavia, o espécime descrita para a China não possui micélio rizomorfo alaranjado recobrendo o corpo do hospedeiro, além de alterar sua coloração após a desidratação, tornando-se amarelado (Mains 1959). Mains (1959) ainda descreve outra espécie como sendo muito similar a *C. submilitaris*, *C. cinnabarina* Petch, proposta a partir de um material coletado em Madagascar. Finalmente, o tipo de hospedeiro, a distribuição neotropical (inclusive para a mesma área de coleta) e a morfologia do micélio que recobre o hospedeiro e do estroma justifica a identificação como *C. martialis*. Adicionalmente, seria interessante observar se há reação em KOH (se torna roxo azulado) da superfície do estroma dos materiais tipos de *C. martialis* e *C. submilitares*.

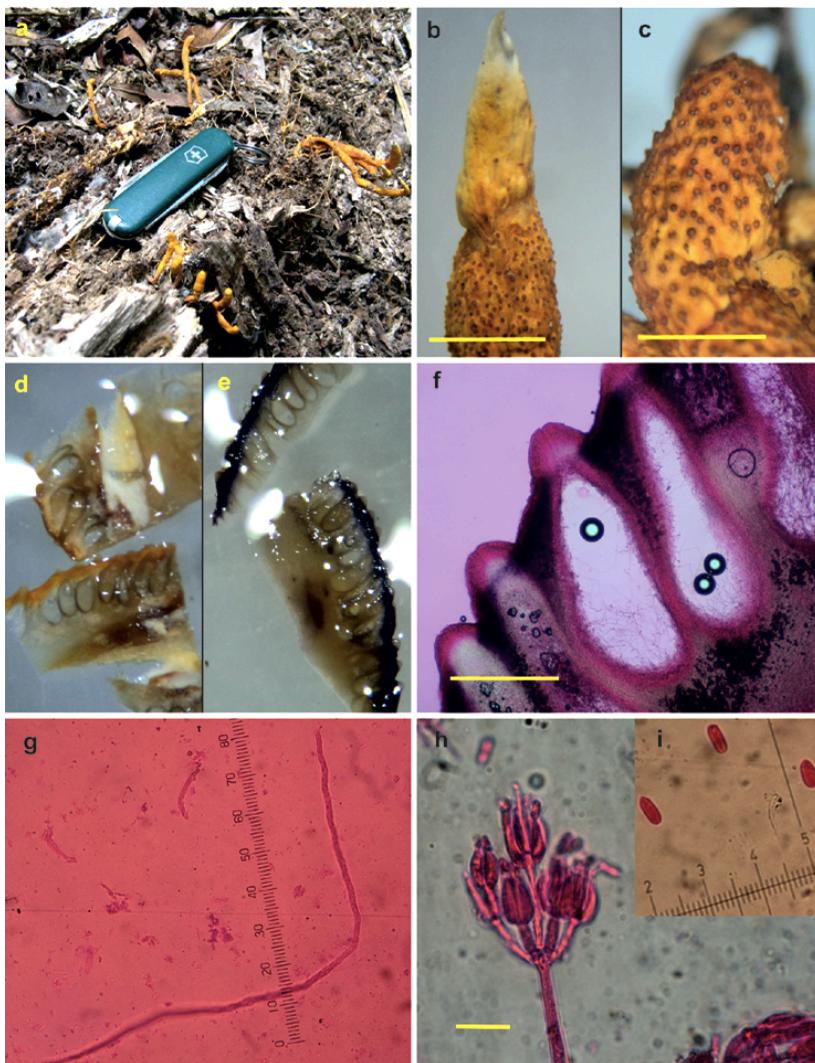


Figura 5. *Cordyceps martialis*: **a.** vista dos estromas no hospedeiro ainda no campo (foto: M. Borba-Silva); **b.** ápice cônico do estroma com região fértil não terminal; **c.** ápice do estroma com região fértil terminal (escala: 5 mm); **d.** corte longitudinal do estroma evidenciando os peritécios (em água destilada) sem reação na superfície do estroma (escala: 5 mm); **e.** corte longitudinal do estroma evidenciando os peritécios (em KOH 3%) com reação rocha azulada superfície do estroma; **f.** em detalhe os peritécios e ostíolo (em floxina, escala: 250 µm); **g.** asco filiforme (1000x, em floxina); **h.** detalhe do conidióforo (20 µm); **i.** detalhe dos conídios (1000x, em floxina).

Torrubiella arachnophila var. *pulchra* Mains, Mycologia 42(2): 316 (1950)

Figura 6

Hospedeiro/habitat: aranha (Arachnida, Araneae); encontrado sob uma folha grande (com mais de 50 cm), a 1 m de altura, sem ascomas, apresentando um sinema único e longo, que se projetava em direção ao solo.

Micélio branco e algodinoso que recobre quase completamente o corpo do hospedeiro, com exceção de porções das pernas, sem estromas, mas apresenta muitos peritécios (aproximadamente 70 maduros e 15-20 “em desenvolvimento) inseridos (parcialmente imersos) diretamente no micélio, contudo podem ser facilmente destacados. O material apresenta sobre o abdômen do hospedeiro um longo sinema, filiforme, 2,9 cm, branco, com ápice intumescido e levemente esverdeado a amarelado. **Estroma** ausente. **Peritécio** ovoide, 0,9-0,85 x 0,4 mm, amarelo à marrom amarelado, apresentando ápice levemente afinado, achatado longitudinalmente; 2/3-3/4 destes peritécios, parcialmente imersos no micélio. **Asco** cilíndrico, 600-780 x 6-7 µm, hialino, com 8 esporos; capuz do asco pronunciado, cônico a campanulado, com parede espessa, 7-9 x 5 µm. **Ascósporo** cilíndrico, hialino, segmentado, mas não se fragmentam (*part-spores*) facilmente, contudo não foram encontrados ascósporos totalmente íntegros; segmentos lampariniformes (forma de lamparina) a cilíndrica, 10-12,5 x 2-3 µm. **Sinema** único, alongado, filiforme, 2,9 cm x 0,5 mm, branco, com ápice levemente intumescido, esverdeado a amarelado; diversos conidióforos se projetando lateralmente, todavia o ápice é estéril. **Conídio** limoniforme, 5-4 x 3-4 µm. **Célula conidiogênica** elipsoide a cilíndrica, alongada, 10-13 x 3-5 µm. **Célula Suporte da célula conidiogênica** cilíndrica, 15-12 µm de diâmetro, com comprimento muito variável.

Materiais analisados: Brasil, Santa Catarina, Parque Nacional da Serra do Itajaí, Trilha da 3ª Vargem, 05.XI.2011, *E.R. Drechsler-Santos & F. Mafalda-Freire* DS 606 (FLOR).

Ecologia & Distribuição: Todos os registros dessa espécie ocorrem associados a aranhas, sempre na região abaxial de folhas de plantas vivas. A adesão do hospedeiro ao substrato é reforçada por uma grande quantidade de micélio que se desenvolve recobrendo quase que completamente o hospedeiro, usualmente deixando apenas porções das

pernas descobertas. Há registros dessa espécie para América do Norte, Porto Rico e Cuba. O material DS 606 representa o primeiro registro desta espécie para o Brasil.

Discussão Taxonômica: O material estudado (DS 606) foi identificado como *Torrubiella* por apresentar hospedeiro aracnídeo (Arachnida, Araneae), sinema longo e filiforme, sem ascoma, com peritécios crescendo diretamente no micélio claro, que recobre o hospedeiro (Johnson *et al.* 2009).

Dentre os diversos caracteres apontados por Sung *et al.* (2007) como essenciais para identificação de *Cordyceps s.l.* há o destaque para a identificação do hospedeiro. Apesar de haver grandes indícios de que nem todos os organismos de *Cordyceps s.l.* sejam restritos como parasitas de uma única espécie, há indícios que as associações entre artrópodes e fungos parecem possuir algum nível de especialização (Evans 1982).

Segundo Mains (1954), que apresenta uma chave de espécies de *Cordyceps* em aranhas, *C. thaxteri* parece ser a espécie mais próxima, pois, assim como em DS 606, esta apresenta micélio branco com ausência de estroma, sinemas longos e ascas com tamanho similar. Contudo, os peritécios do material DS 606 são menores do que os de *C. thaxteri* (960-1200 x 300-360 µm, contra 900-850 x 400 µm em DS 606), assim como a forma e o tamanho dos conídios que também diferem (8-14 x 1,5-3 µm, cilíndrico a elipsoide em *C. thaxteri*, contra 4-5 x 3-4 µm, limoniforme em DS 606).

A distribuição da espécie parece ser outro fator importante para a determinação, pois *C. thaxteri* foi registrada apenas para a América do Norte (Mains 1954). Sobre o hospedeiro do material encontrado em SC, não foi determinada a espécie, mas é possível perceber a grande diferença de tamanho quando comparado com o material tipo de *C. thaxteri*. Além disto, o material DS 606 apresenta um grande número de peritécios diferentemente do descrito por Mains (1954).

A partir da estrutura conidial do anamorfo (*Gibellula* sp.), morfologia externa do sinema e a posição dos peritécios sobre o hospedeiro (crescendo sobre micélio e não em um estroma) a espécie estudada aparenta estar mais relacionada à *Torrubiella* do que à *Cordyceps s.s.* Os caracteres micromorfológicos se parecem muito com o de *Torrubiella arachnophila* (Johnston) Mains (Mains 1940), sinônimo de *Cordyceps arachnophila* Johnston. A descrição original desta espécie é de Cuba, que está geograficamente mais próximo do Brasil. O material DS 606 foi determinado como *Torrubiella*

arachnophila var. *pulchra* por apresentar a maior quantidade de caracteres em comum. Somente a presença de apenas um sinema, ao invés de vários, é a única característica diferente, mas esse pode ser um carácter volúvel.



Figura 6. *Torribiella arachnophila* var. *pulchra*: **a.** vista do hospedeiro ainda no campo, recoberto por micélio branco, destacando um longo sinema (escala: 30 mm; foto: E.R. Drechsler-Santos); **b.** conjunto de peritécios desenvolvendo-se a partir do micélio, sem a presença de um estroma (escala: 1,5 mm); **c.** Peritécio parcialmente recoberto por micélio branco, com ápice bastante evidente (escala: 0,5 mm); **d.** ápice de um ascó evidenciando o capuz cônico, com parede espessada, e ascósporos segmentados (1000x, em floxina); **e.** 8 ascósporos, filiformes, livres, de um ascó que se rompeu, porem segmentos permanecem unidos (em floxina); **f.** em detalhe segmentos dos ascósporos, lampariniforme (forma de lamparina) (1000x, em floxina); **g.** conidióforo apresentando células conidiogênicas e conídios (1000x, em floxina).

***Torrubiella* sp.**

Figura 7

Hospedeiro/habitat: aranha (Arachnida, Araneae); material encontrado sob a folha de um arbusto vivo, a 60 cm de altura do solo. Somente foi possível reconhecer como um material de *Cordyceps* s.l. com o auxílio de lupa de mão, onde foram observados, ainda em campo, dois pequenos sinemas que se projetavam no hospedeiro.

Micélio pouco denso que recobre o hospedeiro sem estromas, mas apresenta um único peritécio. **Estroma** ausente. **Peritécio** único, ovoide, 840 x 285 µm, amarelado, 2/3 recoberto por micélio, sustentado por uma massa micelial mais densa que recobre o hospedeiro. **Asco** cilíndrico, 340-600 x 3-5 µm, não foram encontrados ascos íntegros; com capuz pronunciado no ápice, 3,5-6 de comp. e 4-5 µm de diam., com poro apical. **Ascósporo** filiforme, hialino, segmentado, se fragmenta (partesporos) facilmente, fragmentos cilíndricos, 5-8 x 1-1,5 µm, usualmente apresentando 1 ou 2 gotículas internamente, sempre próximas aos septos. **Sinema** cilíndrico a globoso, 0,5-1 x 1,5-1,5 mm, amarelado, foram observado 2 sinemas. **Conidióforo** com células suporte alongadas 35-50 x 3-4,5 µm, com ápice intumescido; **célula conidiogênica** cilíndrica, 8-10 x 2 x 3 µm. **Conídio** alongado, 8-12 x 2-4 µm, com exterminadas afiladas.

Materiais analisados: Brasil, Santa Catarina: Florianópolis, UCAD, 22.VII.2011, *F. Mafalda-Freire* FMF 28 (FLOR).

Discussão taxonômica: O material estudado (FMF 28) foi identificado como *Torrubiella* por apresentar hospedeiro aracnídeo (Arachnida, Araneae), sinemas cilíndricos a globosos, sem porção estromática, com único peritécio crescendo a partir de uma massa micelial mais densa do que aquela que recobre o hospedeiro, parecendo um sinema (Johnson *et al.* 2009).

Assim como em DS 606 (*Torrubiella arachnophila* var. *pulchra*), foi utilizada a chave de Mains (1954) e pelos mesmos motivos descritos anteriormente, o material FMF 28 se parece muito com *Cordyceps thaxteri*. Na descrição de *Cordyceps thaxteri* (Mains 1954) os hospedeiros mencionados são sempre pequenas aranhas, que apresentam poucos peritécios, predominância de sinemas em relação às projeções miceliais dos peritécios, exatamente da mesma forma que ocorre em FMF 28. Embora não tenha sido possível obter o tamanho

total dos ascos, o tipo de segmentação e os padrões dos segmentos são semelhantes aos de *C. thaxteri*. No entanto, há caracteres diferenciais, como o tamanho (960-1200 x 300-600 μm contra 840 x 285 μm de FMF 28) e a cor dos peritécios e dos sinemas, que são marrons e marrons escuros, respectivamente, em *C. thaxteri*.

Ainda há um terceiro fator importante para não determinar FMF 28 como *C. thaxteri*: não há outros registros desta espécie além dos materiais encontrados nos Estados Unidos da América. Mais estudos são necessários para a confirmação desta espécie como espécie inédita.

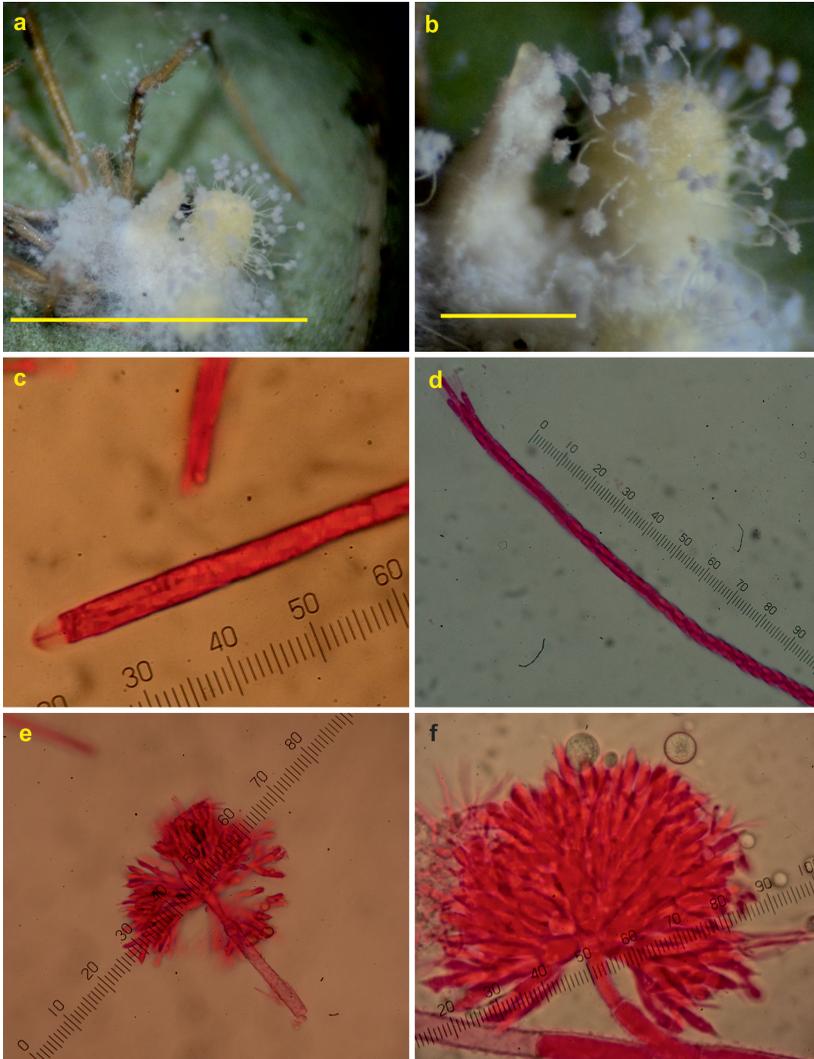


Figura 7 *Torrubiella* sp1: **a.** vista do hospedeiro sob estereomicroscópio, parcialmente recoberto por micélio branco, destacando-se um sinema e o ápice do único peritécio (escala: 5 mm); **b.** peritécios desenvolvendo-se a partir de uma massa micelial mais densa, sem a presença de um estroma (escala: 1 mm); **c.** ápice de uma asco, evidenciando capuz (1000x, em floxina); **d.** asco cilíndrico evidenciando seguimentos dos ascósporos (1000x, em floxina); **e.** conidióforo partido, com células conidiogênicas e conídios bem evidentes (400x, em floxina; fator de conversão= 2,5); **f.** conidióforo, formado por hifas com superfície rugosa e parede espessada, apresentando células conidiogênicas e conídios (1000x, em floxina).

***Ophiocordycipitaceae* G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora**

***Ophiocordyceps australis* (Speg.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 40 (2007)**

Figura 8

Hospedeiro/habitat: formigas da espécie *Pachycondyla striata*, sempre encontradas sob ou sobre serapilheira, em ambientes úmidos e bem arborizados. A maior parte dos hospedeiros são formigas operárias, contudo foi coletada uma rainha contaminada por esta espécie de fungo.

Micélio pouco desenvolvido ao redor do corpo da formiga hospedeira, branco a marrom claro, se tornando (tornando-se) mais escuro após desidratação. **Estroma** solitário, resistente (pouco flexível), filiforme, 35-60 x 0,2-0,3 mm, desenvolvendo-se a partir de um orifício entre a cabeça e o tórax da formiga; a coloração do estipe varia de preto a marrom escuro (fresco), tornando-se vermelho ou vermelho alaranjado no ápice do ascoma (porção final do estipe e região fértil), em materiais frescos, porém amarelados quando secos; região fértil terminal, forma elipsoide a subglobosa, 1-2 x 2-3 mm, com superfície quase lisa em material fresco, mas tornando-se sulcada (devido à disposição dos peritécios) e levemente verrugosa (devido ao maior destaque dos ostíolos) em materiais secos. **Peritécio** totalmente imerso, inclinado em relação à superfície do estroma, exceto os peritécios do ápice, que são transversais em relação à superfície do estroma, cilíndrico a obpiriforme, curvos, 700-840 x 245-370 µm. **Asco** cilíndricos, 480-640 x 8-9 µm, hialinos, com 8 ascósporos; capuz proeminente, 5-6 x 9-10 µm. **Ascósporo** cilíndrico, porém nenhum foi encontrado íntegro fora dos ascos, multisegmentado (número de segmentos desconhecidos), que se fragmentam facilmente em *part-spores*, elipsoides a cilíndricos, 6-8 x 4-2 µm. **Sinema** não observado. **Conídio** elipsoide, 25-36 x 5-8 µm, 2-4 septos por conídio, afinado nas pontas; produzido a partir de conidióforo rugoso, ramificado, um por ramificação.

Cultura: micélio inicialmente branco e algodinoso durante aproximadamente três dias, tornando-se mais escuro, esponjoso e rígido ao longo de seu desenvolvimento. Levou em torno de 3-5 semanas para estabilizar a cultura e não chegou a tomar a placa toda, se consolidando com 2,5-4,5 cm de diâmetro. Não foram encontrados indícios de esporulação. Apresentou três tipos diferentes de hifas, sendo cada uma

delas encontrada com maior frequência em determinadas regiões da colônia, ou seja, no centro, na região medial e na borda.

Materiais analisados: Brasil, Santa Catarina: Florianópolis, Morro da Lagoa da Conceição, *M.A. Neves* MAN 789 (FLOR); *M.A. Neves* MAN 685 (FLOR).

Ecologia & Distribuição: a ampla distribuição deste organismo parece seguir a distribuição do hospedeiro, isto porque essa espécie parece ser altamente virulenta, tendo em vista a elevada abundância de indivíduos encontrados nos locais amostrados, principalmente quando comparado às outras espécies de *Cordyceps s.l.* observadas durante o projeto. Todavia, na área de estudo este organismo parece limitar-se aos locais onde ocorre a espécie *Pachycondyla striata*. Porém, a literatura aponta para uma maior diversidade de hospedeiros do que a descrita neste trabalho. Segundo Sanjuán *et al.* (2001), *O. australis* também pode ser encontrado parasitando *Paraponera clavata* e *Pachycondyla crassinoda* na região amazônica da Colômbia. Evans (1982) promove uma discussão parecida ao referir-se a *O. australis* como um fungo altamente especialista no Oeste Africano, o qual parasita exclusivamente *Paltothyreus tarsatus*, sendo facilmente encontrado sobre troncos e galhos expostos ou sobre pequenas ervas e folhagens baixas. O autor destaca que nas florestas da América do Sul (Equador e Brasil) essa espécie de fungo é, usualmente, encontrada parasitando espécies de *Pachycondyla*. Todavia, o hábito dos hospedeiros durante o evento de infecção parece diferenciar-se muito, visto que estes materiais são encontrados apenas sob a serapilheira, sob troncos ou, de certa forma, enterrados. O mesmo pode ser observado em Santa Catarina, sendo que em todas as coletas apenas uma porção dos ascoma estava à vista e o hospedeiro sempre camuflado entre conteúdos do solo (terra e/ou serapilheira). Contudo, isto pode estar relacionado apenas à dinâmica da floresta e não ao comportamento do hospedeiro.

Apesar da maior parte dos espécimes do atual trabalho terem sido encontrados entre os períodos de Dezembro até Março (que corresponderia ao verão do hemisfério Sul), alguns foram descritos nos períodos de Abril a Agosto. Sanjuán *et al.* (2001) descreve um evento parecido na Colômbia, sendo o mesmo número de espécimes encontrados durante o período chuvoso e o período seco daquela região.

Este trabalho aponta novos registros desta espécie para Florianópolis, Itapoá e Ilhota. *O. australis* também foi coletado em

Blumenau, do qual não se tinha registros desde aqueles de Möller (1901).

Discussão Taxonômica: os espécimes estudados (MAN 789 e MAN 685) foram identificados como *Ophiocordyceps* por se desenvolver em hospedeiro adulto, formiga (Hymenoptera), com estipe longo, filiforme, de coloração escura (marrom a preto), resistente (pouco flexível), região fértil terminal, de cor intensa (Sung *et al.* 2007). De acordo com as descrições propostas por Möller 1901, Mains 1949, Samson *et al.* 1982 e Evans 1982, os materiais estudados (MAN 789 e MAN 658) podem ser identificados como *Ophiocordyceps australis* (syn. *C. australis*). Todavia, os segmentos dos esporos (*part-spores*) dos espécimes descritos (MAN 789 e MAN 685) parecem ser até duas vezes menores do que os relatados por Mains (1949) e Samson *et al.* (1982).

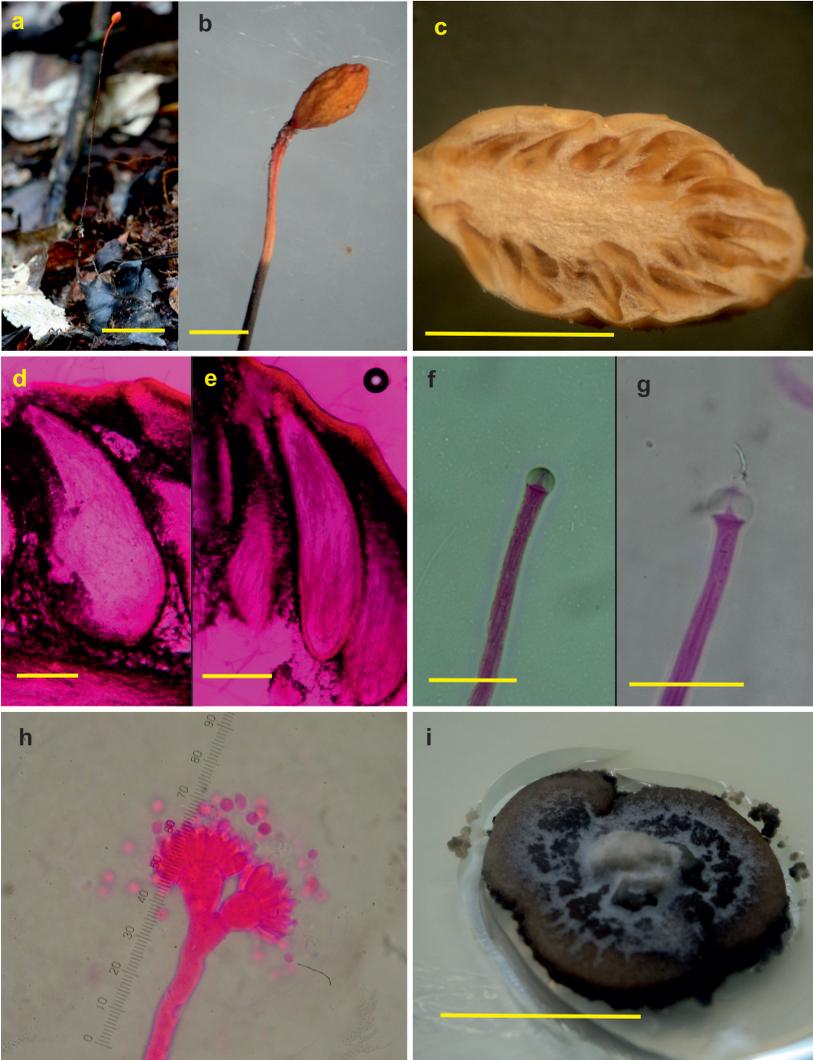


Figura 8. *Ophiocordyceps australis*: **a.** vista do estroma alongado, com ápice avermelhado e intumescido, saindo do hospedeiro ainda em campo (foto: M.A. Neves); **b.** ápice do estroma com região fértil terminal, visto sob estereomicroscópio (escala: 1 mm); **c.** corte longitudinal da região fértil, evidenciando a disposição dos peritécios, visto sob estereomicroscópio (escala: 1,5 mm); **d.** e **e.** corte longitudinal do estroma evidenciando peritécios obpiriforme a cilíndrico, curvados (400x, em floxina, escala: 200 μ m); **f.** e **g.** em detalhe o ápice de um asco evidenciando o capuz, em uma lâmina recentemente montada e da mesma lâmina 10 min depois, respectivamente (1000x, em solução de Floxina e KOH 3%, escala: 25 μ m); **h.** detalhe de um conidióforo bifurcado, com células conidiogênicas e conídios (em floxina); **i.** cultura estabilizada (escala: 2 cm).

***Ophiocordyceps nutans* (Pat.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora**, Stud. Mycol. 57: 45 (2007)

Figura 9

Hospedeiro/habitat: percevejo adulto (Hemiptera); encontrado sempre sobre serapilheira, recobertos ou não por folhas e terra, sempre em ambientes arborizados e úmidos. Alguns exemplares foram encontrados próximos uns aos outros.

Micélio pouco ou ausente, quando presente ao redor do corpo da do percevejo (Hemíptera). **Estroma** 1 a 2, simples, alongados, 5,5-12 cm de comprimento por 2-3 mm de espessura, flexível, desenvolve-se a partir da região torácica do percevejo, variando sua coloração de preto a marrom escuro (fresco), tornando-se vermelho ou vermelho alaranjado no ápice do ascoma (próximo à região fértil) em materiais frescos, e alaranjados quando secos. Região fértil cilíndrica, 8-12 x 3-4 mm, terminal, lisa quando o material está fresco, mas levemente rugosa quando seco (devido ao pronunciamento dos ostíolos de peritécios). **Peritécio** ovoide a cônico, curvado, 750-950 x 180-250 µm, totalmente imerso no estroma, oblíquos em relação à superfície, com exceção dos peritécios do ápice (transversais em relação ao estroma), amarelo claro a marrom amarelado. **Asco** cilíndrico, 650-730 x 7-8 µm, hialino com 8 ascósporos; capuz pronunciado, 5-7 de comprimento, 7-8 de diâmetro, apresentando um poro medial. **Ascósporo** segmentado, segmentando-se facilmente quando o asco é partido; segmentos (*part-spores*) cilíndricos 9-10 x 2 µm. **Sinema, Conidióforo e Conídio** não observados.

Materiais analisados: Brasil, Santa Catarina: Florianópolis, Local, XII.2011, *M. Jaeger MJ 103* (FLOR).

Ecologia & Distribuição: Foi registrado para Ghana (Samson & Evans, 1975), leste da Sibéria, Colômbia (Kobayasi 1981), Japão, Taiwan, China e Papua Nova Guiné (Sasaki et al. 2004). Encontramos para o Brasil apenas uma referência a essa espécie, para Floresta Amazônica, em Rondônia (Mains 1982). Este trata-se de um novo registro para a Região Sul, ampliando a distribuição da espécie também para o Bioma Mata Atlântica.

Discussão Taxonômica: O material estudado (MJ 103) foi identificado como *Ophiocordyceps* por se desenvolver em hospedeiro percevejo adulto (Hemiptera), com estipe longo, filiforme, de coloração escura

(marrom a preto), flexível, região fértil terminal, de cor avermelhada e intensa (Sung *et al.* 2007).

Sua ampla distribuição sugere que este fungo possa existir em qualquer ambiente que possua seus hospedeiros. Como descrito para *O. australis*, *O. nutans* parece ser um fungo entomopatôgenos altamente virulento para seus hospedeiros. Esta espécie utiliza uma ampla gama de espécies de hospedeiros (Sung *et al.*, 2007; Sasaki *et al.*, 2004; Hywel-Jones, 1995). No entanto, não se pode descartar a possibilidade de que haja algum tipo de especialização e que haja várias linhagens biogeográficas. Os materiais coletados em Santa Catarina foram todos encontrados na mesma espécie de hospedeiro, ou seja, diferentemente dos materiais já registrados em literatura pra outros lugares (países/ecossistemas). Sendo assim, é necessária a identificação dos hospedeiros dos espécimes encontrados em SC (até espécie), para que seja possível uma correlação de dados e uma maior compreensão sobre o nível de especialização deste fungo ou que auxiliem na resolução de complexos taxonômicos.

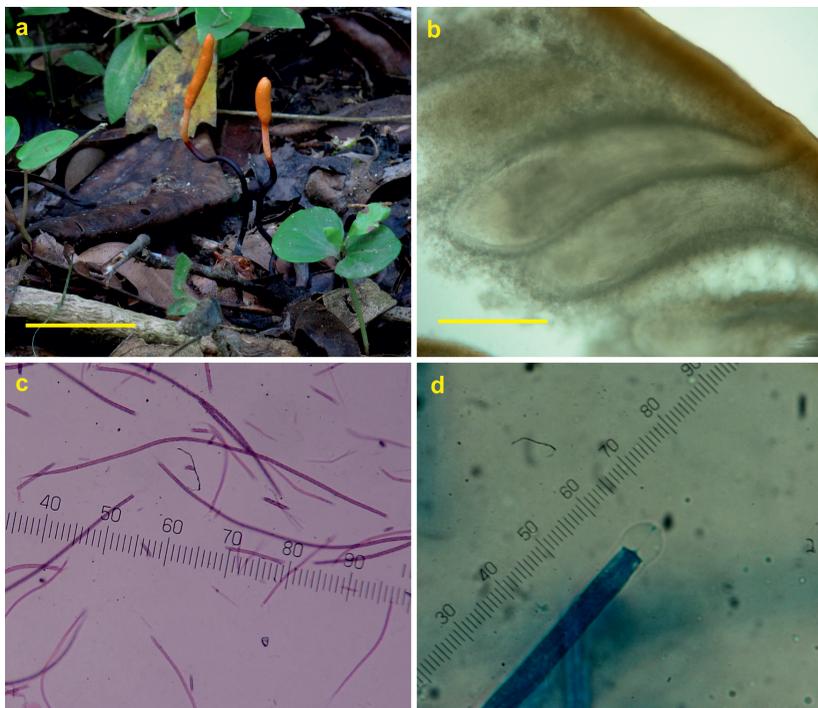


Figura 9. *Ophiocordyceps nutans*: **a.** vista dos estromas alongados, com região fértil alaranjada e cilíndrica, saindo do hospedeiro ainda em campo (escala: 1,5 cm, foto: M. Jaeger); **b.** corte longitudinal do estroma evidenciando peritécios ovóides, curvados (100x, em KOH 3%, escala: 300 μ m); **c.** asco cilíndrico, filiforme (100x, fator de conversão = 10); **d.** em detalhe o ápice de um asco evidenciando o capuz (1000x, em solução de Azul de Algodão).

Ophiocordyceps aff. gracilioides (Grev.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 43 (2007)

Figura 10

Hospedeiro/habitat: sempre em grandes larvas de besouro (Coleoptera); encontrado próximo a borda de trilhas, associado à serapilheira, em regiões arborizadas e úmidas.

Micélio esparsa ao redor do hospedeiro. Quando presente, este micélio é creme a alaranjado, com aparência lisa. Estruturas quitinosas das larvas (cabeça e região final do abdômen) apresentam-se intactas. Os ascomas desenvolvem-se a partir da região dorsal do hospedeiro, mais próximas à cabeça da larva. **Estroma** 1 a 2, simples, fibroso (semelhante ao estipe de um cogumelo, porém mais resistente), 5-6 cm de comprimento, desenvolvendo-se da região dorsal do hospedeiro, apresenta coloração branca a creme, tornando-se alaranjada na região fértil; região fértil arredondada, 3-5 x 3-4 mm; e bem pronunciada, textura lisa a olho nu, laranja no ápice tornando-se mais clara em direção ao estipe, com ostíolos bem destacados, marrons, levemente pronunciados quando o material está fresco, mas mais expostos quando desidratado, distribuídos de forma homogênea na região fértil. **Peritécio** ovoide a obpiriforme, alguns poucos clavoides, 740-900 x 180-350 µm, totalmente imerso, transversal em relação à superfície do estroma. **Asco** cilíndrico, 590-750 x 4-6.5 µm, hialino, com 8 esporos; capuz bem desenvolvido, 7-8,5 x 3-5 µm. **Ascósporo** multissegmentado, quebrando-se facilmente em *part-spores* cilíndricos, sendo que os segmentos finais são usualmente menores e afunilados, 8-11 x 1-2 µm. **Sinema**, **Conidióforo** e **Conídio** não observado.

Materiais analisados: Brasil, Santa Catarina: Florianópolis, Morro da Lagoa da Conceição, *M.A. Neves & F. Mafalda-Freire* MAN 730 (FLOR); *F. Mafalda-Freire* FMF 28 (FLOR).

Ecologia & Distribuição: Material encontrado sempre em grandes larvas de Coleoptera. Há registros desta espécie para China, Japão e Coreia (Fan *et al.* 2001). Este é um novo registro da espécie para a região Neotropical.

Discussão Taxonômica: Os materiais estudados (FMF 28 e MAN 730) foram identificados como *Ophiocordyceps* por apresentar pouco ou nenhum micélio recobrimdo o hospedeiro, possuir estipe longo, fibroso,

com região fértil intumescida, globosa e bem definida, de cor intensa (Sung *et al.* 2007).

Embora morfologicamente os materiais estudados se assemelhem a *Ophiocordyceps gracilis* (Grev.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, que também ocorre no Brasil, esta espécie é encontrada em grandes larvas de Lepidóptera (Sung & Owensby <http://Cordyceps.us/node/5784>). Adicionalmente à utilização de hospedeiro diferente, o tamanho dos peritécios e dos ascos, bem como os segmentos dos ascóporos, são distintivos dos materiais de Santa Catarina. Em virtude disto e por apresentar morfologia (Fan *et al.* 2001) muito similar, os materiais FMF 28 e MAN 730 foram determinados como *O. aff. gracilioides*. No entanto, a distribuição, até o momento restrita para a Ásia, sugere que estes materiais de Santa Catarina correspondam a uma novidade científica dentro de um complexo taxonômico morfológico, que precisa ser reavaliado por estudos moleculares.

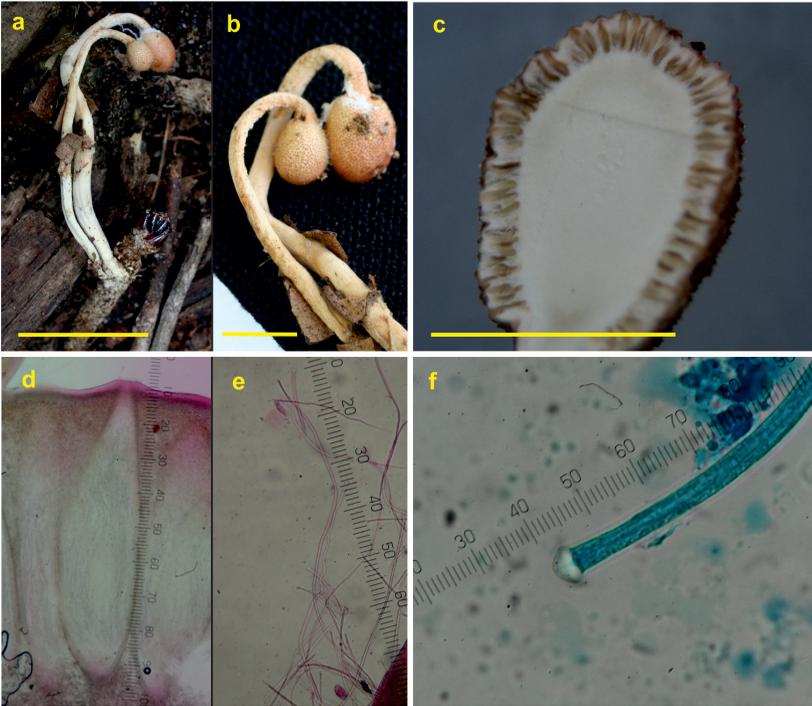


Figura 10. *Ophiocordyceps* aff. *gracilioides*: **a.** vista dos estromas alongados, com região fértil alaranjada e ovoide, saindo do hospedeiro ainda em campo (escala: 2,5 cm, foto: M. Jaeger); **b.** detalhe da região fértil, evidenciando a ostiolos (escala: 3 mm); **c.** corte longitudinal do estroma evidenciando peritécios ovóides, alongados, totalmente imersos no estroma (escala: 4 mm); **d.** peritécios ovóides, alongados (100x, em floxina, fator de conversão = 10); **e.** ascó cilíndrico, filiforme (100x, em floxina, fator de conversão = 10); **f.** em detalhe o ápice de um ascó evidenciando o capuz (1000x, em Azul de Algodão).

Ophiocordyceps aff. kniphofioides var. kniphofioides (H.C. Evans & Samson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 44 (2007)

Anamorfo: *Hirsutella aff. stilbelliformis var. stilbelliformis* H.C. Evans & Samson, Trans. Br. mycol. Soc. 79(3): 434 (1982)

Hospedeiro/habitat: formiga operária adulta, *Achromyrmex* sp. (Hymenoptera, Formicidae), encontrada agarrada em tronco de uma árvore, cerca de 40 cm do chão.

Micélio esparsa ao redor do hospedeiro, apenas nas regiões articuladas da formiga. **Estroma** filiforme, 20-28 mm de comp. e 0,2-0,3 mm de diam. (base), ápice branco com aproximadamente 1 mm de comp., com uma porção amarelada de 2-3 mm de comp. e base marrom de 1-3 mm de comp. **Peritécio** não observado. **Asco** não observado. **Ascósporo** não observado. **Sinema** não ramificado, cinza a amarelado, ocasionalmente marrom, usualmente curvado, em forma de gancho ou espiralado, sem fiáldes laterais, ápice fértil, inferior a 600 µm de comp., 35-60 µm de diam. **Célula conidiogênica**: presente, não mensurada (muito frágil, padrão gregário dificultava medição), conjunto de fiáldes encontrado no ápice do sinema ou crescendo lateralmente nos estromas. **Conídios** elipsoides a cilíndricos, 7-11 x 2-4 µm, hialinos, usualmente bigutulados e ocasionalmente monogutulados.

Materiais analisados: Brasil, Santa Catarina: Blumenau (PARNA-SI), E.R. Drechsler-Santos & F. Mafalda-Freire DS 777 (FLOR).

Ecologia & Distribuição: Foi descrito pela primeira vez por Evans & Samson (1982), sendo o holótipo encontrado em Belém (Pará), parasitando *Cephalote atrato* (Formicidae, Myrmicinae). O primeiro exemplar de *Hirsutella stilbelliformis* a ser encontrado em formigas do gênero *Achromyrmex* foi descrito por Hughes *et al.* (2009), para o Panamá. Este material é um novo registro para Região Sul.

Discussão Taxonômica: apesar deste espécime não ter desenvolvido um estroma com peritécios, que nos forneceria dados sobre a região fértil e, consequentemente, caracteres relevantes como tamanho, forma e cor dos peritécios ascos e ascósporos, foi possível a comparação com outras espécies e discussão taxonômica a partir de informações sobre o hospedeiro e estruturas reprodutivas assexuais.

São poucas as espécies de *Cordyceps s.l.* que parasitam formigas do gênero *Achromyrmex*, principalmente pelo hábito alimentar desse grupo, que é baseado no cultivo de fungos (Hughes *et al.* 2009). Esse hábito levou esses insetos a desenvolverem estratégias de isolamento dos fungos cultivados, de forma que estas formigas produzem ou convivem com microrganismos que produzem substâncias (antifúngicas e antibióticas) seletivas que impedem o desenvolvimento de fungos contaminantes em suas “culturas” e, conseqüentemente, dificultam a infecção destas formigas por micoparasitas (Hughes *et al.* 2009).

Neste caso o hospedeiro foi essencial para restringir as buscas em bibliografias, sendo a espécie relatada por Hughes *et al.* (2009) muito similar ao material aqui apresentado. O tamanho dos estromas foi um caracter apontado por este autor para diferenciar as duas variedades da espécie (*Ophiocordyceps kniphofioides* var. *dolichodeli* (H.C. Evans & Samson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora e *O. kniphofioides* var. *kniphofioides*), sendo que DS 777 assemelha-se, em relação ao tamanho do estroma, com *O. kniphofioides* var. *dolichodeli* (4-5 cm de comp., contra 2-2,8 cm de comp. do material DS 777). Todavia, é importante destacar a forma em que encontramos o material, sendo que o processo de infecção ocorreu ainda em ambiente natural, mas o desenvolvimento ocorreu em câmara úmida, o que pode ter influenciado no desenvolvimento das estruturas. Também é importante mencionar a paralização do desenvolvimento do fungo, devido a uma contaminação que se alastrou rapidamente no algodão, no qual se encontrava o material em observação. Porém, Hughes *et al.* (2009) relatam que este não deve ser o caracter mais relevante uma vez que as variações, principalmente do tamanho do hospedeiro, por exemplo, são tão importantes para o desenvolvimento do fungo quanto as diferenças interespecíficas.

O presente espécime possui conídios relativamente menores do que os conídios de ambas as espécies proximamente relacionadas, *O. kniphofioides* var. *dolichodeli* e *O. kniphofioides* var. *kniphofioides* (6,5-7-8,5(-9,5) x 3,5-4,5 μ m e (-8)9-10(12) x 4-5 μ m, respectivamente; contra 7-11 x 2-4 μ m de DS777) Todavia a forma elipsoide (usualmente curvada) é muito semelhante ao descrito para conídios de *O. kniphofioides* var. *kniphofioides* (Evans & Samson 1982).

O material estudado apresentou diversos sinemas sobre o corpo do hospedeiro, principalmente nas articulações das pernas. Essas estruturas apresentam poucas ou nenhuma ramificação, diferente do descrito para *O. kniphofioides* var. *dolichodeli* e para *O. kniphofioides*

var. *stilbelliformis*, que possuem sempre sinemas multiramificados. Todavia, o material DS 777 se assemelha a estas espécies, pois ambas apresentam, junto a porção final do conjunto de fiálides, uma massa gelatinosa/mucosa que recobre e aglutina os conídios. Até o momento, não há descrições sobre estágios iniciais dos sinemas, nem sobre sua ontogenia, não sendo possível comparar a vesícula encontrada no ápice de um conjunto de fiálides juvenis com outros materiais. Este resultado pode ser tanto um novo caracter para as variedades desta espécie, como um caracter específico de uma possível nova espécie.

O material estudado parece ser o segundo caso desta espécie parasitando, naturalmente (sem experimentos de infecção de hospedeiros em laboratório), formigas do gênero *Achromyrmex*. O primeiro caso foi descrito por Hughes *et al.* (2009), a partir de um material do Panamá. Entretanto, não houve nesse artigo uma sugestão de nova espécie, visto que a diferença no táxon do hospedeiro seria um indício para tal. Não há neste artigo a descrição completa do material nem uma discussão sobre os caracteres que o levaram a identificar esse fungo como *O. stilbelliformis*.

Experimento em câmara úmida: O material DS 777 analisado cresceu a partir de uma formiga coletada morta, agarrada ao tronco de uma árvore, que estava próximo a um ninho de *Achromyrmex* sp. A formiga quebrou-se durante o transporte até o laboratório, contudo todos seus segmentos foram colocados em um recipiente esterilizado com álcool 70%, acomodados sobre um pedaço de algodão estéril e umidificado com água destilada uma vez a cada três a quatro dias. O único indício de parasitismo fúngico era uma pequena formação algodonosa e branca, a qual parecia desenvolver-se próximo a região que se partiu entre os segmentos da cabeça e do tórax da formiga.

Quatro dias depois da coleta, pequenas estruturas filiformes, de ápice branco, começaram a crescer, primeiramente na cabeça e posteriormente no tórax e abdômen. Tais estruturas, no entanto, não desenvolveram peritécios, mas sinemas, com conidióforos e conídios que foram observados ao longo desses estromas crescendo lateralmente a essas estruturas.

Essas projeções cresceram inicialmente como uma estrutura cônica e branca. Após cerca de três dias, se tornou visível a olho nu as primeiras estruturas filiformes com ápice branco e base amarelada. Dois a três dias depois do evento anterior, mais projeções se formaram em diversas partes da formiga, sendo que a estrutura que se desenvolveu inicialmente passou a ser filiforme, de coloração marrom (base), com

uma porção amarelada e um ápice branco. Os padrões de coloração se mantiveram durante o restante do desenvolvimento desse fungo, interrompido após três semanas e meia de cultura em câmara úmida.

Durante o experimento houve um princípio de contaminação por outro fungo sobre o algodão que sustentava o hospedeiro juntamente com o fungo estudado material, devido a isso o experimento foi interrompido. Após três semanas os estipes mensuraram 2-2.8 cm de comprimento por 0,1-0,2 mm de diam. na base do estipe.

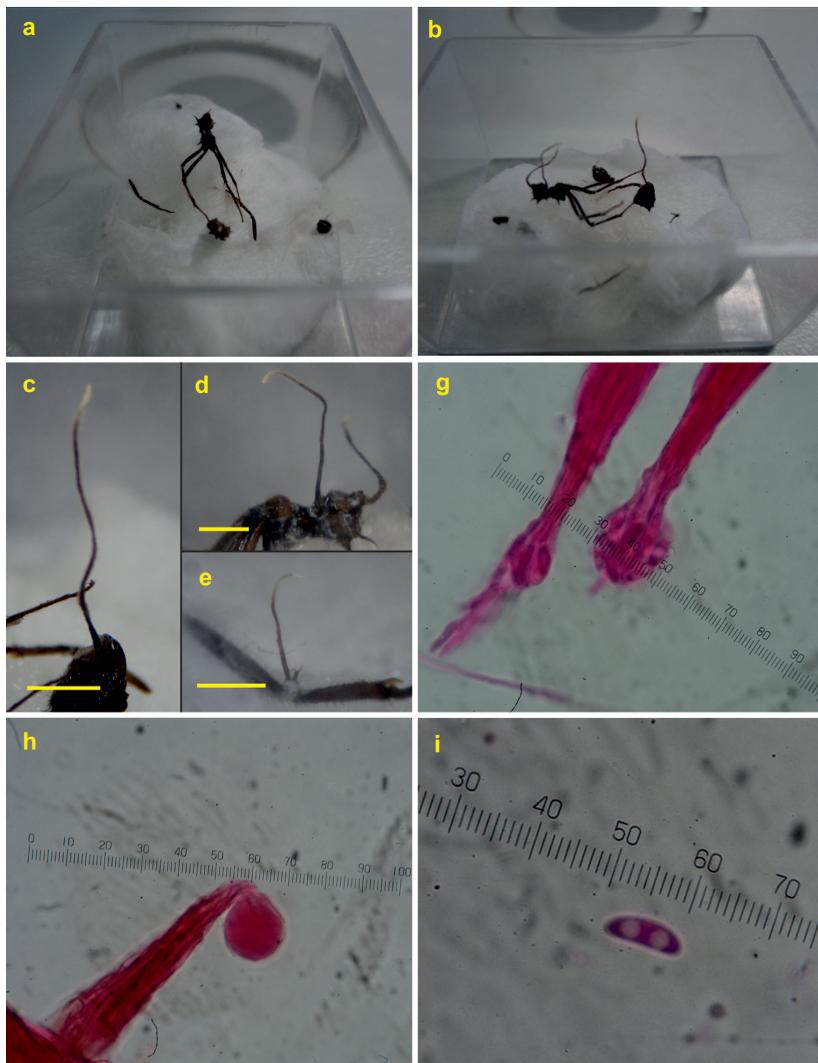


Figura 11 *Ophiocordyceps* aff. *kniphofioides* var. *kniphofioides*: **a.** vista do hospedeiro, em câmara úmida, após 10 dias (é possível ver um pequeno estroma se desenvolvendo); **b.** vista do hospedeiro, em câmara úmida, após 18 dias (em destaque o crescimento do fungo); **c.**, **d.** e **e.** detalhe do estroma crescendo a partir da cabeça (escala: 3 mm), tórax (escala: 2 mm) e perna (escala: 1 mm) da formiga, respectivamente; **g.** ápice do sinema, mostrando conjunto de fiálides fortemente aderidas entre si, com ápice fértil repleto de conídios (400x, em floxina, fator de conversão = 2,5); **h.** sinema juvenil, com pequena vesícula mucosa, sem conídios (400x, em floxina, fator de conversão = 2,5); **i.** conídio (1000x, em floxina).

Ophiocordyceps aff. communis Hywel-Jones & Samson, Stud. Mycol. 57: 38 (2007)

Hospedeiro/habitat: operários adultos de cupins (Isoptera); Foram encontrados aproximadamente 33 cupins (alguns completamente destruídos e/ou cobertos por micélio branco e algodinoso, dificultando a identificação do número total de hospedeiros), dentro de bambus, em ambiente arborizado e úmido.

Micélio branco e algodinoso recobrem boa parte dos hospedeiros, unindo dois ou mais cupins. Deste conjunto de hospedeiros desenvolvem-se um ou poucos estipes. **Estroma** flexível, filiforme, 0,6-5,5 cm, todavia materiais eu apresentam peritécios variam de 2,5-5,5 cm; ápice do estipe sem peritécios. Todo o estipe é tomentoso, quase todos os materiais possuem coloração creme, porém com porções amareladas, marrons ou acinzentadas, sem um padrão de coloração bem definido. A porção tomentosa, usualmente mais clara pode ser retirada facilmente com o auxílio de pinças de ponta fina, revelando assim certo padrão de cores nos estromas, amarelados em fungo juvenil e marrom amarelado em fungo antigo. **Peritécios** superficiais, ovoides, achatados longitudinalmente, 205-270 x 160-215 μm , distribuídos de forma intercalar ao longo do estipe. **Asco** hialino, vermiforme, 70-110 x 7-10 μm , parede delgada; capuz pouco pronunciado rompe-se com facilidade, não mensurado. **Ascósporo** hialino, parede delgada, vermiforme, região próxima à base do asco mais fina e afunilada, 41- 68 x 2-3 μm ; multissegmentado, 3 a 5 septos, não se fragmentam em *part-spores*. **Sinema** não observado. **Conidióforo** com **células conidiogênicas** alongadas, podem possuir um leve intumescimento terminal, possuem apenas um robusto denticulo, o qual da origem aos conídios; não mensuradas. **Conídio** elipsoide a ovoide, 4-7 x 3-4 μm , parede esפה, com um apículo bem pronunciado.

Materiais analisados: Brasil, Santa Catarina: Florianópolis, Morro da Lagoa da Conceição, *M. Jaeger* MJ 96 (FLOR).

Ecologia & Distribuição: Distribuição era conhecida apenas para a Tailândia, havendo diversos casos desse fungo atacando ninhos inteiros de cupins, com grande densidade de estromas em áreas relativamente pequenas (20 x 20 m). Todavia, essa espécie de fungo havia sido encontrado em apenas três diferentes localidades: Khao Yai National Park, Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary e Sam Lan National Park. Sung

et al. (2007) realizaram um estudo durante 18 anos, analisando desde o extremo sul até o extremo norte da Tailândia, em diferentes altitudes (desde o nível do mar até 2.500 m), mas somente encontraram a espécie em regiões com no máximo 800 m de altitude. A ampliação da distribuição, até então restrita desta espécie, oportuniza a discussão sobre a delimitação da mesma. A partir da morfologia similar e o hospedeiro (cupim) em comum o material MJ 96 foi determinado como *Ophiocordyceps* aff. *communis* e pode representar um novo registro para a Região Neotropical.

Discussão Taxonômica: O material encontrado em Florianópolis aproxima-se muito daquele descrito na Tailândia em relação à disposição e cor do micélio anamórfico, tipo de hospedeiro, tamanho, número e cor de estromas, forma da região fértil, cor dos peritécios, formato dos ascos e ascósporos e o padrão de segmentação dos ascósporos. Todavia, a forma dos peritécios dos materiais de SC, triangulares e achatados, difere da forma cônica dos peritécios dos materiais da Tailândia. O tamanho dos ascos (90-120 μm contra 200-250 μm em Sung *et al.* 2007) e ascósporos (47-70 X 2 μm contra 120-150 x 5-6 μm em Sung *et al.* 2007) difere muito entre os materiais, sendo os encontrados em Florianópolis até duas vezes e meia menores que os descritos na Tailândia.

Ophiocordyceps communis apresenta ascos e ascósporos quase duas vezes maiores que o material MJ 96 (Sung *et al.* 2007). Apesar de compartilharem o mesmo tipo de hospedeiro (cupins), não há indícios de que os cupins encontrados na Tailândia sejam da mesma espécie que os encontrados em SC. Dessa forma, é necessário, juntamente com a ajuda de especialistas (Entomólogos), a identificação do hospedeiro. Segundo Sung *et al.* (2007), características como determinação do hospedeiro, forma, tamanho e cor do estroma, do peritécio, dos ascos e ascósporos, assim como o padrão de segmentação do ascósporos, são aspectos relevantes para a taxonomia de *Cordyceps* *s.l.*

A partir da morfologia similar e do hospedeiro (cupim) em comum o material MJ 96 foi determinado como *Ophiocordyceps* aff. *communis*, mas há a necessidade de realizar análises moleculares para a melhor delimitação deste táxon.



Figura 12. *Ophiocordyceps* aff. *communis*: **a.** vista dos estromas muito alongados, ápice estéril e região fértil amarelada a marrom. Hospedeiros unidos (2-5), dando origem a um ou dois estromas; **b.** corte transversal da região fértil (madura), evidenciando a disposição dos peritécios, visto sob estereomicroscópio (escala: 3 mm); **c.** corte transversal da região fértil (juvenil), evidenciando a disposição dos peritécios, visto sob estereomicroscópio (escala: 3 mm); **d.** Ascus vermiformes e capuz delicado e pouco evidente. Internamente aos ascos estão ascósporos cilíndricos e segmentados (1000x, em floxina); **e.** ascosporo cilíndrico, filiforme (1000x, em floxina); **f.** ascosporo cilíndrico, filiforme (100x, em floxina); **g.** em detalhe conídios (1000x, em floxina); **h.** em detalhe conídios (400x, em floxina, fator de conversão=2,5).

4. CONCLUSÃO

Obteve-se a partir do presente estudo 54 morfoespécies de fungos estomopatógenos, sendo 30 destes identificados até gênero, sendo 15 espécies de *Cordyceps s.s.*, duas de *Torrubiella* e 13 de *Ophiocordyceps*. Onze destas espécies foram descritas e discutidas, as quais foram utilizadas também para a produção de uma chave dicotômica de identificação de espécies de *Cordyceps s.l.* para Santa Catarina. Tanto os resultados (descrições, discussões e identificações) quanto a chave dicotômica de espécies são estudos preliminares de um projeto pioneiro sobre *Cordyceps s.l.*, que deve se estender por mais tempo.

O trabalho evidenciou a necessidade de mais estudos relacionados à riqueza, distribuição, taxonomia e ecologia de fungos entomopatógenos (*Cordyceps s.l.*) em Santa Catarina. O Estado apresenta muitas áreas inexploradas e esforços de amostragem irão revelar novidades científicas. Isto se tornou claro a medida que a cada expedição de campo aumentava o número de morfoespécies coletadas. Também é possível afirmar que a riqueza (50 morfoespécies) encontrada na Mata Atlântica representa mais de 10% das 400 espécies de *Cordyceps s.l.* conhecidas pela ciência. Mesmo que considerássemos apenas aquelas 30 espécies encontradas com estruturas sexuais (teleomórficos), que teoricamente seriam mais fáceis de identificar, ainda assim é grande a dificuldade de trabalho com este grupo, devido a escassez de estudos pioneiros, como este, nos Neotrópicos.

Neste trabalho foi possível constatar a importância na identificação do hospedeiro para auxiliar na delimitação taxonômica dos de *Cordyceps s.l.*, assim como ocorre em outros grupos. Como já apontado por muitos autores, há níveis de especialização nestas interações, e estas informações poderão representar particularidades na região Neotropical.

Mais pesquisas, particularmente com análises filogenéticas, são importantes para a resolução dos problemas taxonômicos para o grupo. Muitos materiais identificados utilizando chaves e trabalhos de outras regiões do país ou mesmo de outros continentes podem influenciar de forma negativa na interpretação do conhecimento sobre distribuição, riqueza, ecologia e filogenia deste grupo.

As novidades científicas deste trabalho sugerem que ainda há muito a ser feito para o reconhecimento da diversidade deste grupo de fungos em SC, não só dos aspectos taxonômicos e filogenéticos, mas também ecológicos, biogeográficos e do potencial de sua aplicabilidade biotecnológica.

REFERÊNCIAS

ALVES, SB; NAKANO, O; NAKAYAMA, K. *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, eficiente patógeno de *Trichoplusia ni* (Hubner, 1802). *Ecossistema*. 1978. (3):77.

EVANS, HC. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: An appraisal. *Ecological Entomology*. 1982. 7:60.

EVANS, HC; ELLIOT, SL; HUGHES, DP. Hidden diversity behind the zombie-ant fungus *Ophiocordyceps unilateralis*: four new species described from carpenter ants in Minas Gerais, Brazil. *Plos ONE*. 2011. 6 (3): e17024.

EVANS, HC; SAMSON, RA. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems I. The *Cephalotes* (Myrmicinae) complex. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 1982. (79):431-453.

FAN, M-Z; LI, C-R; CHEN, Y-Y; LI, Z-Z. *Cordyceps gracilioides*, a new record for China. *Mycosystema*. 2001. 20 (2): 273-274.

HENNINGS, . . 1987. .

HIBBETT, DS; BINDER, M; BISCHOFF, JF; BLACKWELL, M; CANNON, PF; ERIKSSON, OE; HUHNDORF, S; JAMES, T; KIRK, PM; LÜCKING, R; THORSTEN-LUMBSCH, H; LUTZONI, F; MATHENY, PB; MCLAUGHLIN, DJ; POWELL, MJ; REDHEAD, S; SCHOCH, CL; SPATAFORA, JW; STALPERS, JA; VILGALYS, R; AIME, MC; APTROOT, A; BAUER, R; BEGEROW, D; BENNY, GL; CASTLEBURY, LA; CROUS, PW; DAI, YC; GAMS, W; GEISER, DM; GRIFFITH, GW; GUEIDAN, C; HAWKSWORTH, DL; HESTMARK, G; HOSAKA, K; HUMBER, RA; HYDE, KD; IRONSIDE, JE; KÖLJALG, U; KURTZMAN, CP; LARSSON, KH; LICHTWARDT, R; LONGCORE, J; MIADLIKOWSKA, J; MILLER, A; MONCALVO, JM; MOZLEY-STANDRIDGE, S; OBERWINKLER, F; PARMASO, E; REEB, V; ROGERS, JD; ROUX, C; RYVARDEN, L; SAMPAIO, JP; SCHÜßLER, A; SUGIYAMA, J; THORN, RG; TIBELL, L; UNTEREINER, WA; WALKER, C; WANG, Z; WEIR, A; WEISS, M; WHITE, MM; WINKA, K; YAO, YJ; ZHANG, N. A higher-level phylogenetic

classification of the Fungi. *Mycological Research*. 2007. 111 (5): 509–547.

HUGHES, DP; EVANS, HC; HYWEL-JONES, N; BOOMSMA, JJ; ARMITAGE, SAO. Novel fungal disease in complex leaf-cutting ant societies. *Ecological Entomology*. 2009. (34): 214–220.

HYWEL-JONES, N. Notes on *Cordyceps nutans* and its anamorph, a pathogen of hemipteran bugs in Thailand. *Mycological Research*, 1995. 99(6):724-726.

JOHNSON, D; SUNG, G-H; HYWEL-JONES, NL; LUANGSA-ARD, JJ; BISCHOFF, JF; KEPLER, RM; SPATAFORA, JW. Systematics and evolution of the genus *Torrubiella* (Hypocreales, Ascomycota). *Mycological Research*. 2009. (113): 279-289.

JUNQUEIRA, NTV; PEREIRA, AV; PEREIRA, EBC; OLIVEIRA, MAS; ALVES, RT; DA SILVA, EAF. Biological control of the rubber tree lacebug by a micoinsecticide formulated in an emulsifiable oil. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Cerrados*. 2003. (113): 1–22.

JUNQUEIRA, NTV; LIMA, MIPM; MARTINS, MAM; MAGALHÃES, FEL. Isolamento e cultivo do fungo *Sporothrix insectorum* (Hoog & Evans), a ser utilizado para o controle da mosca-de-renda da seringueira. *Comunicado Técnico*. 1987.(56):1–4.

KIRK, PM; CANNON, PF; MINTER, DW; STALPERS, JA. Ainsworth & Bisby's dictionary of the Fungi. 10th edition, CAB International. 2008.

LIANG, ZQ; HAN, FY; CHU, LH; LIU, AY. Studies on the genus *Paecilomyces* in China. I. *Fungal Diversity*. 2005. (20): 83–101

LODGE, DJ; AMMIRATI, JF; O'DELL, TF; MULLER, GM. Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. *Elsevier*, 2004. 777 p.

LOGUERCIO-LEITE, C; CAMPOS-SANTANA, M de; GERLACH, A; GUTJAHR, M; TRIERVEILER-PEREIRA, L; DRECHSLER-

SANTOS, ER; BALTAZAR, JM. Resume of macromycetes from Santa Catarina State, Southern Brazil. *Ínsula* (Florianópolis). 2009. (38): 1–14.

LUZ, C; ROCHA, LFN; HUMBER, RA. Record of *Evlachovaea* sp. (*Hyphomycetes*) on *Triatoma sordida* in the State of Goiás, Brazil, and its activity against *Triatoma infestans* (Reduviidae, Triatominae). *Junal of Medical Entomology*. 2004. (40): 451–4.

MAINS, EB. Species of *Cordyceps*. *Mycologia*. 1940. 32:310-319.

MAINS, EB. Species of *Cordyceps* on spiders. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*: 1954. 81 (6): 492–500.

MÖLLER, A. Phycomyceten und Ascomyceten. Untersuchungen aus Brasilien. *Botanische Mittheilungen aus den Tropen*. 1901. 9: 1–319.

MUELLER, GM; SCHMIT, JP; LEACOCK, PR; BUYCK, B; CIFUENTES, J; DESJARDIN, DE; HALLING, RE; HJORTSTAM, K; ITURRIAGA, T; LARSSON, KH; LODGE, DJ; MAY, TW; MINTER, D; RAJCHENBERG, M; REDHEAD, SA; RYVARDEN, L; TRAPPE, JM; WATLING, R; WU, Q. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation* 2007. 16: 37–48.

SACCARDO, PA; SYDOW, P. *Sylloge Fungorum*, 1899. 14 (1): 659.

SANJUÁN, T; AMAT, G; HENAO, L-G. Distribución espacial de *Cordyceps* spp. (Ascomycotina: *Clavicipitaceae*) y su impacto sobre las hormigas en selvas del piedemonte amazónico de Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 2001. 49 (3-4):945-955.

SASAKI, F; MIYAMOTO, T; TAMAI, Y; YAJIMA, T. Isolation of vegetable wasps and plant worms, *Cordyceps nutans*, from fruit-body tissue. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2004. (85):70–73.

SHRESTHA, B; ZHANG, W; ZHANG, Y; LIU, X. The medicinal fungus *Cordyceps militaris*: research and development. *Mycological Progress*. 2012. DOI 10.1007/s11557-012-0825-y.

SILVA, GL; FAGUNDES, R; SANTIAGO, IF; ROSA, LH; RIBEIRO, SP. Ocorrência da interação entre *Cordyceps* spp. (Fungi) e formigas (Hymenoptera: Formicidae) em mata de altitude, Ouro Preto (MG, Brasil). *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. 2007.

S.O.S. MATA ATLÂNTICA. Endereço BBS:

<http://www.sosmatalantica.org.br/>. Acessado em: 07/12/2011

SOSA-GÓMEZ, DR; HUMBER, RA; MOSCARDI, F.

Entomopathogens associated with soybean/wheat productions systems in Brazil and Argentina. In: SIP 35th Annual Meeting. Society for Invertebrate Pathology. Foz do Iguassu, August 18–23, PR, Brazil; 2002. p.75.

SOSA-GÓMEZ, DR; LASTRA, CCL; HUMBER, RA. An overview of arthropod-associated fungi from Argentina and Brazil. *Mycopathologia*. 2010. (170): 61–76.

SPATAFORA, JW. Disponível em: < <http://Cordyceps.us/node/5671>>. Acesso em: 01 julho 2012.

STALPERS, JA. Identification of wood inhabiting *Aphyllphorales* in pure culture. *Studies in Mycology*. 1978.16: 1–248.

SUNG, G-H; HYWEL-JONES, NL; SUNG, J-M; LUANGSA-ARD, JJ; SHRESHTHA, B; SPATAFORA, JW; Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi. *Studies Mycology*. 2007. (57):5–59.

SUNG, G-H; OWENSBY, A. Disponível em:

<<http://Cordyceps.us/node/5784>>. Acesso em: 01 julho 2012.

SUNG, G-H; OWENSBY, A. Disponível em:

<cordyceps.us/species/Cordyceps/martialis>. Acesso em: 01 julho 2012.

VILLANI, HC; CAMPOS, AR; GRAVENA, S; BUSOLI, AC. Surto de curuquerê do algodoeiro *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) com epizootia de *Nomuraea rileyi* e declínio de predadores após tratamentos com Sevimol. *Ecossistema*. 1984. (9): 62–6.