

# MACROFUNGOS DA AMAZÔNIA

## IMPORTÂNCIA E POTENCIALIDADES

---

*Noemia Kazue Ishikawa*  
*Ruby Vargas-Isla*  
*Raquel Sousa Chaves*  
*Tiara Sousa Cabral*

**P**ara um micólogo é extasiante entrar na floresta amazônica e deparar-se com a diversidade biológica de macrofungos. Quais espécimes são conhecidos ou não? Quais grupos apresentam potenciais de uso? Quais as interações com os demais organismos? Qual é o seu papel na floresta? Por fim, o que fazer para diminuir a distância entre a expectativa e a verdadeira possibilidade de aplicação desta diversidade? Em nível mundial, cerca de 20 espécies dominam o comércio de cogumelos comestíveis e dezenas de medicamentos à base de metabólitos fúngicos salvam ou prolongam a vida de milhares de pessoas – uma única substância, a penicilina, mudou a história da humanidade no século passado. As atenções se voltam agora para a Amazônia em busca de novos achados revolucionários, diante da possibilidade oferecida por milhares de espécies e substâncias desconhecidas.

## Papel ecológico

Ao observar uma cidade, com os sinaleiros funcionando, ruas iluminadas, comércios e residências recheadas de equipamentos eletrônicos que nos proporcionam conforto e praticidade, poucas vezes nos lembramos de que existe uma complexa rede elétrica escondida sob o solo ou dentro das paredes que comandam essa funcionalidade. Da mesma forma, diante de uma floresta, observamos as árvores, as flores, os animais, os rios e o homem que aí vivem, mas também ignoramos as redes de fungos que sustentam a floresta através do seu desempenho como deterioradores de matéria orgânica, assim como o seu papel nas associações micorrízicas e endofíticas.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SINGER, Rolf & ARAÚJO, Izonete. Litter decomposition and ectomycorrhiza in Amazonian forest. I. A comparison of litter decomposition and ectomycorrhizal Basidiomycetes in latosolterra-firme rain forest and white podzol campinarana. *Acta Amazonica*, vol. 9, n. 1, p. 25-41, 1979.

*Papel deteriorador* – as plantas, que formam a paisagem constantemente verde da floresta amazônica, são compostas por bilhões de toneladas de compostos ricos em energia, como a celulose e a lignina. No entanto, estes compostos estão indisponíveis para as plantas e animais em sua forma bruta. Já o fungo produz um extraordinário espectro de enzimas para degradar diversos substratos, transformando estas macromoléculas em açúcares e outras moléculas mais simples, capazes de serem absorvidas e utilizadas como fonte de energia pelos organismos que constituem as florestas.

*Associação micorrízica* – estima-se que 90% das plantas necessitam da associação simbiótica entre o micélio e as suas raízes. Nessa simbiose, o fungo contribui com os compostos nitrogenados e sais minerais, enquanto a planta fornece carboidratos ao fungo. Em solos como o da Amazônia, este tipo de associação torna-se crucial para a sobrevivência de muitas plantas.

*Associação endofítica* – trata-se de uma interação fúngica em que o fungo é capaz de colonizar, em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida, o interior dos tecidos vegetais sem causar danos à planta hospedeira. Pelo contrário, esta é favorecida principalmente pela produção de hormônios que induz ao aumento radicular e à melhora do crescimento pela ativação do sistema de defesa da planta, causando aumento da resistência. Por outro lado, os metabólitos secundários produzidos pelo fungo inibem a herbivoria e o ataque de outros patógenos.

## Macrofungos comestíveis

Assim como as plantas formam frutos para proporcionar a continuidade da espécie, alguns grupos de fungos desenvolvem corpos de frutificação visíveis a olho nu, os macrofungos, conhecidos popularmente como cogumelos e

<sup>2</sup> BOA, Eric. *Wild edible fungi*. A global overview of their use and importance to people. Rome: FAO, 2004, p. 13.

<sup>3</sup> SÁNCHEZ, Carmen. Modern aspects of mushroom culture technology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 64. n. 6, p. 756-762, 2004.

<sup>4</sup> BERKELEY, M. J. Rio Negro fungi. Decades of fungi LV-LIV. *Journal of Botany* (Hooker), vol. 8, p. 129-149, 1856.

<sup>5</sup> PRANCE, Guillelan T. An ethnobotanical comparison of four tribes of Amazonian indians. *Acta Amazonica*, vol. 2. n. 2, p. 7-27, 1972.

FIDALGO, Oswaldo & PRANCE, Guillelan T. The ethnomycology of the Sanama indians. *Mycologia*, vol. 68. n. 1, p. 201-210, 1976.

<sup>6</sup> VASCO-PALACIOS, Aída Marcela; SUAZA, Sandy Carolina; CASTAÑO-BETANCUR, Mauricio & FRANCO-MOLANO, Ana Esperanza. Conocimiento etnoecológico de los hongos entre los indígenas Uitoto, Muinane y Andoke de la Amazonía Colombiana. *Acta Amazonica*, vol. 38. n. 1, p. 17-30, 2008.

<sup>7</sup> CHANG, Shu-Ting; BUSWELL, John A. & CHIU, Siu-Wai. *Mushroom biology and mushroom products*. Hong Kong: Chinese University of Hong Kong, 1993. 370 p.

orelhas-de-pau. Existem mais de 200 gêneros de macrofungos utilizados pelo homem, principalmente pelas suas propriedades comestíveis.<sup>2</sup> Cerca de 35 espécies são cultivadas comercialmente.<sup>3</sup> Por razões históricas e culturais, as espécies originárias de climas temperados lideram o mercado de macrofungos no mundo.

No Brasil, as influências gastronômicas legadas pela imigração europeia e asiática, somadas às condições climáticas das regiões Sul e Sudeste, foram os alicerces para que as espécies *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler e *Pleurotus* spp. se tornassem os cogumelos comestíveis mais cultivados no país. Nas últimas décadas, o consumo e a popularização desta iguaria vem aumentando consideravelmente. Diferente de algumas décadas atrás, cogumelos frescos são encontrados em supermercados das grandes cidades de todo o país. Em Manaus, as espécies acima mencionadas chegam a custar R\$ 143,00/Kg.

De acordo com a opinião de diversos autores, florestas tropicais, como a Amazônia, abrigam grande número de espécies de cogumelos. O que é facilmente verificado em curtas caminhadas pela floresta, onde é comum observar grande diversidade de fungos, principalmente, em época chuvosa. Estudos etnomicológicos relatam que grupos indígenas, como os Tucano<sup>4</sup> e Yanomami no Brasil<sup>5</sup>, e os Uitoto, Muinane e Andoke na Colômbia<sup>6</sup>, consomem regularmente várias espécies de cogumelos.

As tendências de mercado por alimentos funcionais e/ou produtos orgânicos, somadas ao apelo de marketing, tornam o cultivo de espécies de cogumelos comestíveis da região uma alternativa de alimento.

Várias são as espécies de ocorrência na Amazônia que consideramos com potencialidade para a fungicultura (figura 1).

– *Auricularia* spp.: são fungos gelatinosos amplamente distribuídos em áreas dos trópicos e subtropicais. É considerado o primeiro cogumelo a ser cultivado intencionalmente por volta de 600 d.C., na China.<sup>7</sup> Na Ásia, principalmente, *Auricularia auricula-judae* (Bull.) Quél. e *A. polytricha* (Mont.) Sacc. são cultivados em larga escala utilizando-se diversos resíduos agrícolas. As espécies *A. auricula-judae*, *A. polytricha*, *A. delicata* (Mont.) Henn. e *A. mesenterica* (Dicks.) Pers. são frequentemente encontradas em nossas coletas na Amazônia.

– *Lentinula raphanica* (Murrill) J. L. Mata & R. H. Petersen: pertence ao mesmo gênero do conhecido shiitake (*L. edodes*); sua primeira ocorrência no Estado do Amazonas foi registra-

<sup>8</sup> CAPELARI, Marina; ASAI, Tatiane & ISHIKAWA, Noemia Kazue. Occurrence of *Lentinula raphanica* in Amazonas State, Brazil. *Mycotaxon*, vol. 113, p. 355-364, 2010.

<sup>9</sup> VASCO-PALACIOS, Aída Marcela. *et al. Op. cit.*

<sup>10</sup> FIDALGO, Oswaldo & PRANCE, Guillelan T. *Op. cit.*

<sup>11</sup> SALES-CAMPOS, Ceci & ANDRADE, Meire Cristina N. Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível *Lentinus strigosus* de ocorrência na Amazônia. *Acta Amazonica*, vol. 41, n. 1, p. 1-8, 2011.

<sup>12</sup> VARGAS-ISLA, Ruby & ISHIKAWA, Noemia Kazue. Optimal conditions of in vitro mycelial growth of *Lentinus strigosus*, an edible mushroom isolated in the Brazilian Amazon. *Mycoscience*, vol. 49, n. 3, p. 215-219, 2008.

<sup>13</sup> FIDALGO, Oswaldo & PRANCE, Guillelan T. *Op. cit.*

<sup>14</sup> OMARINI, Alejandra; LECHNER, Bernardo E. & ALBERTO, Edgardo. *Polyporus tenuiculus*: a new naturally occurring mushroom that can be industrially cultivated on agricultural waste. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, vol. 36, p. 635-642, 2009.

da em 2010.<sup>8</sup> Apresenta píleo e estipe mais delgados que o shiitake e normalmente frutifica dezenas de cogumelos em um único tronco caído na floresta. Quando preparado fresco e *sauté* com margarina e um pouco de sal, apresenta aroma suave e sabor de shiitake. Também tem sido apreciado refogado com um pouco de alho e cebolinha, após reidratação do cogumelo seco. Vasco-Palacios e colaboradores<sup>9</sup> relatam o consumo desta espécie pelos indígenas da Amazônia colombiana.

– *Panus lecomtei* (Fr.) Corner: sinonímia de *Panus rudis* Fr. e *Lentinus strigosus* Fr., é também consumido pelos índios Yanomami.<sup>10</sup> Trata-se de uma espécie cosmopolita, conhecida localmente como Shio-koni-amo ou Kasikoirima pelos Yanomami e como Aragekawakitake no Japão. Segundo Sales-Campos & Andrade<sup>11</sup>, os resíduos de madeiras da Amazônia, como a *Simarouba amara* Aubl. (marupá), *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (pau balsa) e *Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl. (cajuí), apresentam potencial como substrato para o cultivo desta espécie.

– *Panus strigellus* (Berk.) Overh: sinonímia de *Lentinus strigellus* Berk., é uma espécie de difícil distinção morfológica em relação a *P. lecomtei*. O isolado obtido de cogumelos coletados em 2006 ao lado do estacionamento, no Campus III do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, tem apresentado potencial de uso para o cultivo e para obtenção de metabólitos secundários com atividade antimicrobiana. Este cogumelo apresenta sabor agradável, com elevado *umami* e textura ligeiramente fibrosa. Encontra-se em substratos lignocelulósicos, em áreas abertas e semi-abertas.<sup>12</sup>

– *Pleurotus* spp.: pelo menos sete espécies deste gênero são cultivadas em grandes escalas em diversos substratos lignocelulósicos. Na Amazônia, ocorrem frequentemente no raque e no pecíolo das folhas de palmeiras como pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) e açai (*Euterpe oleracea* Mart.), assim como em troncos e galhos de árvores de madeira dura. O gênero *Pleurotus* é listado em diversos trabalhos sobre etnomicologia, entretanto, em termos de espécie, são relatadas apenas *Pleurotus concavus* (Berk.) Singer<sup>13</sup> e *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn.

– *Favolus brasiliensis* (Fr.) Fr.: reportado nas décadas de 1960 e 1970 nos trabalhos de etnomicologia, é encontrado mesmo em ambientes urbanizados de Manaus. Recentemente, Omarini e colaboradores<sup>14</sup> obtiveram sucesso no cultivo desta espécie, pela primeira vez em resíduos lignocelulósicos na Argentina.

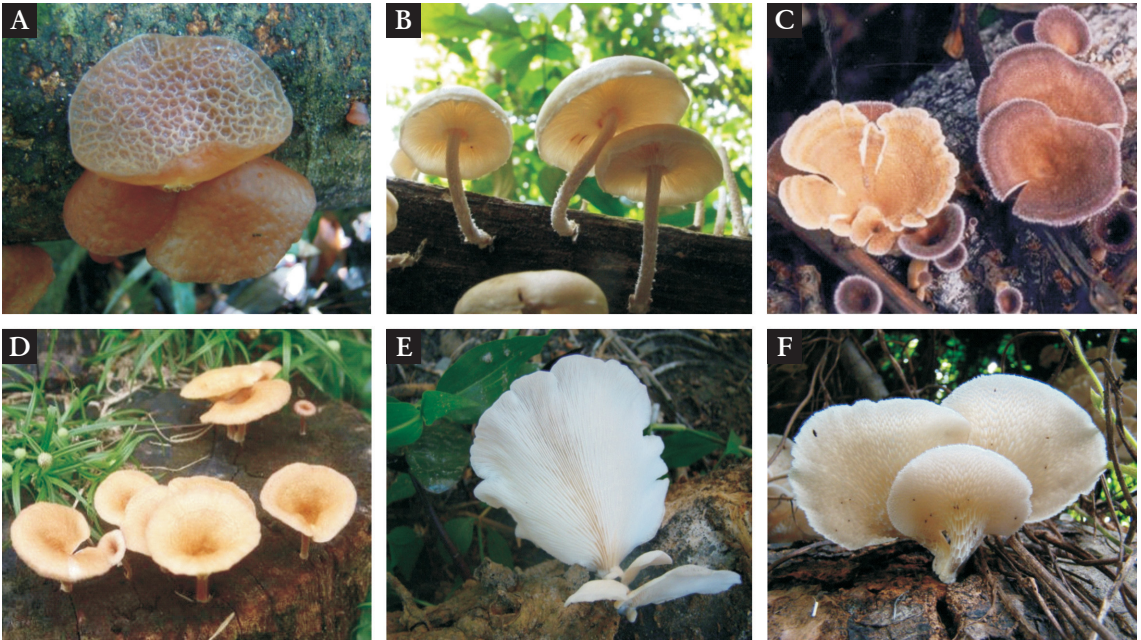


Figura 1: Macrofungos comestíveis de ocorrência na Amazônia. *Auricularia delicata* (A); *Lentinula raphanica* (B); *Panus lecomtei* (C); *Panus strigellus* (D); *Pleurotus* cf. *djmor* (E); *Favolus brasiliensis* (F).

## Adaptação ao clima tropical

Os cogumelos da região tropical dificilmente frutificariam nas condições de cultivo protocoladas para espécies originárias de clima temperado, atualmente produzidas em grande escala. Vários fatores devem ser considerados, dentre os quais a correlação da espécie com seu habitat.

Exemplificando, a temperatura ótima de crescimento da maioria dos cogumelos cultivados fica entre 15 e 25°C. Entretanto, *P. strigellus* apresentou crescimento micelial entre 20 e 45°C com temperatura ótima de 35°C. Esta amplitude de temperatura leva a considerar este isolado como um fungo com características termófilas.<sup>15</sup>

A temperatura no local de coleta variou entre 35 e 45°C ao meio dia na época de frutificação. O cogumelo foi encontrado em troncos deteriorados, indicando seu potencial para o aproveitamento de resíduos lignocelulósicos para seu cultivo. Na região de Manaus, consideráveis quantidades de serragem são produzidas pelas indústrias madeireiras que sofrem pressões político-ambientais para buscar alternativas de uso para estes resíduos. Na expectativa de produzir cogumelos e ainda contribuir com a minimização dos resíduos agroflorestais, pesquisas com *P. strigellus* estão em andamento, usando substratos regionais nas condições cli-

<sup>15</sup> VARGAS-ISLA, Ruby & ISHIKAWA, Noemia Kazue. *Op. cit.*

máticas tropicais. Os primeiros resultados experimentais mostraram que *P. strigellus* colonizou bem substratos elaborados com serragem de 11 espécies florestais da Amazônia Central. Da mesma forma, a suplementação da serragem com resíduos agroindustriais regionais, como tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), apresentaram resultados positivos, indicando alternativas de substituição do tradicional uso de farelo de arroz como suplemento de fonte de nitrogênio na maior parte dos cultivos de cogumelos em serragens.<sup>16</sup> Atualmente, pesquisas de estratégias para a indução da frutificação e domínio do cultivo para produção em escala comercial estão em andamento.

Nas atuais condições climáticas, um problema comum aos fungicultores em escala mundial tem sido o aumento de custos de produção para a manutenção da temperatura ideal (entre 15 a 25°C) nos locais de cultivo de cogumelos, devido à necessidade de se utilizar diversos equipamentos de refrigeração abastecidos por energia elétrica.

Os resultados sobre temperatura ótima de crescimento de *P. strigellus* e outras espécies de fungos coletados na Amazônia, até o momento, indicam que tais fungos são favorecidos com as condições ambientais atuais. Diante dos cenários futuros de mudanças climáticas globais, que estimam o aumento da temperatura do planeta, acreditamos que, no futuro, as espécies tropicais terão maior potencialidade de produção, aumentando rentabilidade econômica da fungicultura.

## Competição em prol da vida

A diversidade de espécies no mesmo habitat leva os fungos a buscarem estratégias de sobrevivência como a simbiose, o antagonismo, o parasitismo e a predação. Para tanto, uma espécie é capaz de produzir metabólitos que inibem ou matam outros organismos. O isolamento, a elucidação e a aplicação de diversos compostos fúngicos fazem deste grupo uma importante fonte de novos produtos naturais de interesse para a humanidade.

A bem conhecida observação da inibição da bactéria *Staphylococcus aureus* Rosenbach pelo fungo *Penicillium chrysogenum* Thom (= *P. notatum* Westling), em 1928, pelo médico escocês Alexander Fleming, em Londres, é o marco inicial das pesquisas sobre antibióticos. Seguiu-se então uma histórica corrida por descobertas de novos fármacos. As décadas de 40 e 50 do século passado, quando quase todos os

<sup>16</sup> VARGAS-ISLA, Ruby; HANADA, Rogerio Eiji & ISHIKAWA, Noemia Kazue. Sawdust and fruit residues of Central Amazonian for *Panus strigellus* spawn's production. *Pesquisa Florestal Brasileira*. in press.

<sup>17</sup> BÉRDY, János. Bioactive microbial metabolites. *Journal of Antibiotics*, vol. 58. n. 1, p. 1-26, 2005.

<sup>18</sup> BÉRDY, János. *Op. cit.*

<sup>19</sup> BORMANN, Alison M. & MORRISON, Vicki A. Review of the pharmacology and clinical studies of micafungin. *Drug Design, Development and Therapy*, vol. 3, p. 295-302, 2009.

<sup>20</sup> BORMANN, Alison M. & MORRISON, Vicki A. *Op. cit.*

<sup>21</sup> KENDRICK, Bryce. *The fifth kingdom*. 3rd ed. Newburyport: Focus Publishing, 2000. 373 p.

<sup>22</sup> KENDRICK, Bryce. *Op. cit.*

<sup>23</sup> BÉRDY, János. Bioactive microbial metabolites. *Journal of Antibiotics*, vol. 58. n. 1, p. 1-26, 2005.

<sup>24</sup> RUKACHAISIRIKUL, Vatcharin; TANSAKUL, Chittreeya; SAITHONG, Saowanit; PAKAWATCHAI, Chaveng; ISAKA, Masahiko & SUVANNAKAD, Rapheephat. Hirsutane sesquiterpenes from the fungus *Lentinus connatus* BCC 8996. *Journal of Natural Products*, vol. 68, p. 1.674-1.676, 2005.

<sup>25</sup> SOUZA-FAGUNDES, Elaine Maria; COTA, Betania Barros; ROSA, Luis Henrique; ROMANHA, Alvaro José; CORRÊA-OLIVEIRA, Rodrigo; ROSA, Carlos Au-

importantes grupos de antibióticos foram descobertos, chegaram a ser chamadas de “Era de Ouro”.<sup>17</sup> Na década de 1990, a sociedade científica encontrava-se com inúmeras dificuldades em encontrar novos antibióticos produzidos por microrganismos e as pesquisas se voltavam para a síntese de novos antibióticos.<sup>18</sup> No entanto, mais um novo antifúngico solúvel em água foi isolado do fungo *Coleophoma impetri* (Rostr.) Petr. por pesquisadores japoneses, em 1993.<sup>19</sup> Deste composto derivou a micafungina, um produto semi-sintético comercializado no Brasil como mycamine pela Astellas Farma Brasil, desde 2009. Mycamine é um novo antifúngico utilizado para o tratamento da candidíase invasiva e prevenção de infecções em doentes submetidos a transplante de medula óssea.<sup>20</sup> Outro metabólito fúngico fundamental para o atual sucesso dos transplantes de órgãos foi o isolamento de ciclosporina a partir do fungo *Elaphocordyceps subsessilis* (Petch) G. H. Sung (= *Tolyposcladium inflatum* W. Gams), em 1971.<sup>21</sup> No ano seguinte, o seu efeito imunossupressivo foi descoberto na Suíça. O uso efetivo de ciclosporina iniciou-se em 1983, sendo responsável por substancial aumento na sobrevivência de pacientes submetidos a transplantes cardíaco, renal, hepático, pancreático e pulmonar.<sup>22</sup>

Esses exemplos promissores demonstram avanços e reforçam a expectativa de soluções para sérios problemas de saúde pública. Por outro lado, encabeçam a lista de desafios das próximas gerações os problemas de resistência dos microrganismos aos antibióticos, das doenças sem ou com poucas alternativas de tratamento, ou daquelas ainda negligenciadas. Cerca de 20 mil compostos secundários produzidos por microrganismos são conhecidos atualmente. Centenas de pesquisadores buscam aplicações aos compostos já conhecidos, enquanto outros trabalham na manutenção das culturas que os produzem e muitos químicos dedicam-se a processos de síntese ou semissíntese dos mais promissores. Há também os que continuam a busca de compostos com novas estruturas químicas nos mais diversos habitats.<sup>23</sup>

A cultura micelial isolada do cogumelo de *P. strigellus* apresentou atividade antibacteriana contra *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn e *S. aureus*, assim como atividade antifúngica contra *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. O principal composto antimicrobiano, o sesquiterpeno hipnofilina, foi isolado e identificado pela primeira vez, em 1981, a partir do fungo *Pleurotellus hypnophilus* Pers. (Fayod.), atualmente classificado como *Crepidotus epibryus* (Fr.) Quél. Posteriormente, a hipnofilina foi isolada de outros macrofungos como *Lentinus crinitus* (L.) Fr., *Lentinus*

- gusto; ZANI, Carlos Leomar; TEIXEIRA-CARVALHO, A. & MARTINS-FILHO, Olindo Assis. In vitro activity of hypnophilin from *Lentinus strigosus*: a potential prototype for Chagas disease and leishmaniasis chemotherapy. *Brazilian Journal of Medical Biological Research*, vol. 43, n. 11, p. 1.054-1.061, 2010.
- <sup>26</sup> BINDER, Manfred & BRESINSKY, Andreas. Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestors. *Mycologia*, vol. 94, p. 85-98, 2002.
- <sup>27</sup> TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa & BASEIA, Iuri Goulart. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). *Mycotaxon*, vol. 108, p. 441-444, 2009.
- <sup>28</sup> FAZOLINO, Eduardo P.; TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa; CALONGE, Francisco Diego & BASEIA, Iuri Goulart. First records of *Clathrus* (Phallaceae, Agaricomycetes) from the Northeast Region of Brazil. *Mycotaxon*, vol. 113, p. 195-202, 2010.
- SILVA, Bianca Denise Barbosa; SOUSA, Julieth Oliveira & BASEIA, Iuri Goulart. Discovery of *Gaestrum xerophilum* from the Neotropics. *Mycotaxon*, vol. 118, p. 355-359, 2011.
- CABRAL, Tiara S.; MARI-NHO, Paulo; GOTO, Bruno T. & BASEIA, Iuri G. *Abrachium*, a new genus in the Clathraceae, and *Itajahya* reassessed. *Mycotaxon*, vol. 119, p. 419-429, 2012.
- <sup>29</sup> HENNINGS, P. Fungi amazonici a. cl. Ernesto Ule collecti: I. *Hedwigia*, vol. 43, p. 154-186, 1904.
- <sup>30</sup> TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa; GOMES-SILVA, Allyne Cristina & BASEIA, Iuri Goulart. Notes on gasteroid fungi in the Brazilian Amazon rainforest. *Mycotaxon*, vol. 110, p. 73-80, 2009.
- TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa; GOMES-SILVA,

*connatus* Berk. e *P. lecomtei*. Além da atividade antimicrobiana, a hipnofilina apresentou atividade antiprotozoário contra *Plasmodium falciparum* Welch.<sup>24</sup> Recentemente, um grupo de pesquisadores do Centro de Pesquisas René Rachou (Fundação Oswaldo Cruz/Minas Gerais), em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais, verificou atividade biológica contra *Trypanosoma cruzi* Chagas e *Leishmania* Ross. (*Leishmania*) *amazonensis*.<sup>25</sup>

Considerando que o fungo que gerou a descoberta da penicilina foi um contaminante dos experimentos de Fleming na Inglaterra e que o fungo produtor da ciclosporina veio do solo da Noruega, as potencialidades de novos fármacos podem estar em qualquer lugar. Assim, esta equipe segue com os estudos sobre condições ideais de produção da hipnofilina por *P. strigellus*, assim como na busca de outros novos metabólitos antimicrobianos produzidos por macrofungos.

### Acessando a micobiota amazônica

Atualmente, vários espécimes coletados por nossa equipe estão em fase de análise taxonômica, conforme a figura 2. A maior parte pertence ao filo Basidiomycota, enquanto outros pertencem ao filo Ascomycota. Os representantes desse último filo podem ser caracterizados por possuírem as estruturas de dispersão (esporos) contidas em um saco (asco), por isso denominadas ascósporos, que são ejetados para o ambiente. Vários ascomicetos produzem corpos de frutificação, onde são produzidos os ascos, e assim também podem ser considerados macrofungos. Os representantes do filo Basidiomycota, também conhecidos como basidiomicetos, abrangem os cogumelos, orelhas-de-pau, boletos, fungos “ninho de passarinho”, ferrugens, carvões, estrela da terra etc, e apresentam estruturas chamadas basídios, onde são produzidos os esporos (basidiósporos), responsáveis pela propagação do fungo. Os esporos podem ser liberados de forma ativa (pela força exercida por uma gotícula de água localizada na base do esporo), ou de forma passiva, como ocorre nos fungos gasteroides, onde a liberação depende de forças externas.

A identificação dos fungos com base em caracteres morfológicos e moleculares busca aumentar o conhecimento sobre sua diversidade na Amazônia. Os depósitos das sequências moleculares tropicais nos bancos de dados contribuirão para os estudos de filogenia de diversos grupos, uma vez que auxiliarão no entendimento dos fatores evolutivos que moldam a diversidade global de fungos.



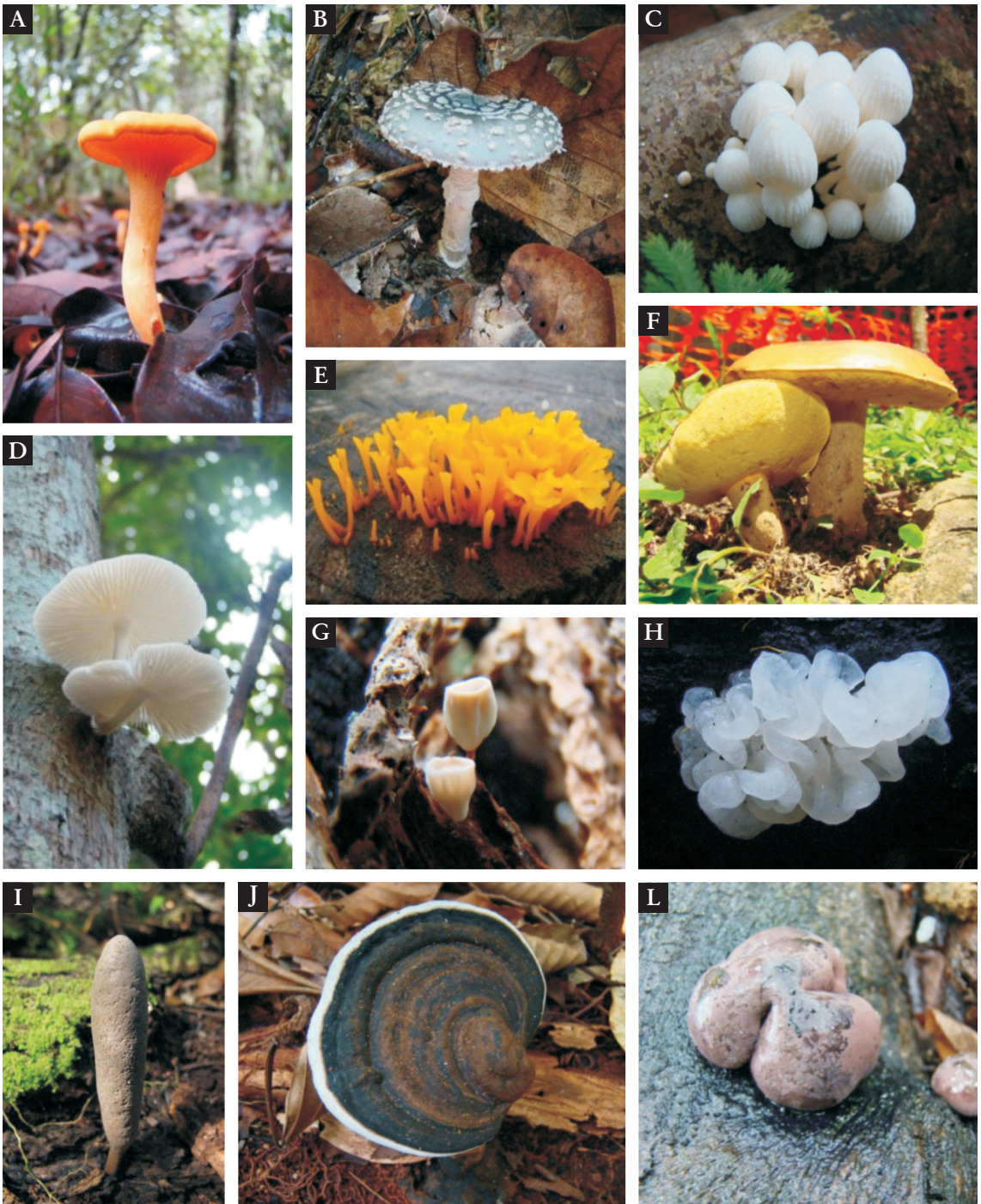


Figura 2: Gêneros de macrofungos de ocorrência na Amazônia. *Cantharellus* (A); *Amanita* (B); *Coprinus* (C); *Oudemansiella* (D); *Dacriopynax* (E); *Phlebopus* (F); *Caripia* (G); *Tremella* (H); *Xylaria* (I); *Ganoderma* (J); *Daldinia* (L).

## Fungos gasteróides: um grupo negligenciado

Allyne Cristina & BASEIA, Iuri Goulart. Observations on gasteroid Agaricomycetes from the Brazilian Amazon rainforest. *Mycotaxon*, vol. 118, p. 273-282, 2011. LEITE, Anileide G.; ASSIS, Hannah K.; SILVA, Bianca D. B.; SOTÃO, H. M. P. & BASEIA, Iuri G. Geastrum species from the Amazon Forest, Brazil. *Mycotaxon*, vol. 118, p. 383-392, 2011. ALFREDO, Dôniz S.; LEITE, Anileide G.; BRAGANETO, Ricardo & BASEIA, Iuri G. Two new Morganella species from the Brazilian Amazon rainforest. *Mycosphere*, Fevereiro, vol. 3. n. 1, p. 66-71, 2012.

Os fungos gasteróides (figura 3) constituem um grupo classificado na extinta classe Gasteromicetes, no filo Basidiomycota. Nesses fungos, os basidiósporos maturam dentro do corpo de frutificação, e sua liberação depende de forças externas, como insetos ou correntes de ar. Devido a essa característica, os gasteróides eram classificados na classe Gasteromicetes (“gaster” – estômago; “mycetes” – fungo), porém a palavra “gasteromicetes” passou a ser uma terminologia desprovida de significado taxonômico, por se tratar de um grupo polifilético; ou seja, os gasteromicetos evoluíram de maneira independente em diferentes clados dentro dos basidiomicetos.<sup>26</sup> Alguns gasteróides são conhecidos como “puffballs”, “earthstars”, “stinkhorns” e “bird’s nest fungi”, apresentando uma vasta diversidade morfológica. Na figura 3 estão representados os gêneros *Geastrum*, *Phallus*, *Stabeliomyces* e *Mutinus*.



Figura 3: Gêneros de fungos gasteróides de ocorrência na Amazônia. *Geastrum* (A-C); *Phallus* (D); *Stabeliomyces* (E); *Mutinus* (F).

#### Agradecimentos

Aos taxonomistas Marina Capelari, Adriana de Mello Gugliotta, Maria Alice Neves, Jaedergudson Pereira, Iuri Baseia, Takashi Shirouzu pela fundamental contribuição na identificação dos macrofungos. Ao Satoshi Miyanaga pelos valiosos comentários sobre os compostos bioativos isolados de fungos.

**Noemia Kazue Ishikawa** é bióloga, doutora em Recursos Naturais e pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil.  
noemia.kazue@gmail.com

**Ruby Vargas-Isla** é agrônoma, mestre em Agricultura no Trópico Úmido e doutora em Botânica no INPA, Manaus, Brasil.  
rubyvar9@gmail.com

**Raquel Sousa Chaves** é graduanda em Biologia e bolsista no INPA, Manaus, Brasil.  
raquell.schaves@gmail.com

**Tiara Sousa Cabral** é bióloga, mestre em Ciências Biológicas e doutoranda em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva no INPA, Manaus, Brasil.  
ttiara@gmail.com

Para o Brasil, até 2009 cerca de 40 espécies foram registradas<sup>27</sup>, e novos registros de espécies e até de um novo gênero foram descritos recentemente<sup>28</sup>. No entanto, esses estudos estão restritos basicamente às regiões Nordeste e Sul brasileiras, de forma que dados sobre a microbiota gasteroide de outras regiões que englobam ecossistemas diferentes carecem de fortalecimento, como é o caso da Região Amazônica. Um dos primeiros registros de gasteroides para a Amazônia brasileira data de 1904 e foi realizado por Hennings<sup>29</sup>, que descreveu sete espécies dos gêneros *Lycoperdon*, *Geastrum* e *Sclerangium* (= *Scleroderma*). Acessando-se o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT)/Herbário Virtual de Flora e Fungos, podem ser observados mais de 60 registros de fungos gasteroides no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA-Fungos e INPA-Herbário), porém a maioria está identificada segundo o gênero, e ainda é perceptível a escassez de publicações científicas sobre esses fungos.

Ultimamente, vários esforços tem sido dispendidos com o objetivo de acessar a biodiversidade desses fungos. Neste sentido, várias espécies descritas constituem em primeiros registros, tanto para a América do Sul (*Geastrum albonigrum* Calonge & M. Mata), quanto para a Região Amazônica. Ademais, novas espécies estão sendo descobertas, tais como *Cyathus amazonicus* Trierveiler-Pereira & Baseia, *Morganella allostipitata* Baseia & Alfredo e *Morganella rimosa* Baseia & Alfredo.<sup>30</sup>