

**BIODIVERSIDADE DE MACROFUNGOS E POTENCIAL DE USO PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Maria Angela Lopes de Almeida Amazonas¹

Os fungos são componentes essenciais dos ecossistemas, embora freqüentemente negligenciados. Estima-se que apenas 5-10% desses organismos foram descobertos e descritos (Hawksworth, 2001). Mesmo quando um fungo é conhecido pela ciência, sua biologia, freqüentemente, não é compreendida; e, quando essa é parcialmente compreendida, o seu valor econômico/ecológico não é plenamente explorado. No entanto, é relevante citar que, na bioprospecção de novas drogas, a maior parte dos ganhos da indústria farmacêutica deriva de descobertas baseadas na "criatividade química" dos fungos e outros microrganismos (Chapela, 1997).

Como macrofungos são consideradas todas as espécies de fungos que produzem corpos frutíferos facilmente visíveis a olho nu. A maior parte pertence à classe dos basidiomicetos, e o restante aos ascomicetos. Os basidiomicetos são os únicos organismos capazes de decompor eficientemente a lignina. Considerando o fato de que um terço do peso seco da biomassa das florestas consiste de lignina, o papel desses fungos no seu processo de reciclagem fica evidente.

Além de evitar a depleção de nutrientes, melhorar a estrutura do solo e facilitar o reflorestamento pela micorrização, alguns desses fungos produzem corpos frutíferos comestíveis e de alto valor nutricional, sendo ricos em proteínas de alta qualidade, fibras, minerais e vitaminas, e apresentando baixo teor de lipídios e carboidratos. Além disso, inúmeras substâncias com atividades terapêuticas, em especial de estimulação do sistema imunológico, têm sido isoladas e caracterizadas (Wasser & Weis, 1999).

As regiões tropicais úmidas e semi-úmidas apresentam características que as tornam áreas propícias ao cultivo de fungos comestíveis, oferecendo, além de condições climáticas favoráveis, atividades agroflorestais que produzem uma enorme quantidade de resíduos lignocelulósicos que podem ser utilizados como excelentes substratos.

A indústria madeireira gera um volume de resíduo constituído, em sua maior parte, de cavacos e serragem, cuja velocidade de degradação não acompanha aquela em que é produzido. O acúmulo desses resíduos no solo acarreta a liberação de produtos tóxicos e açúcares solúveis com conseqüências prejudiciais ao ambiente pelo aumento da demanda química de oxigênio nas reservas de água fluviais, lacustres e do subsolo. O seu acúmulo na superfície, em face do alto potencial combustível, representa, ainda, um elevado risco de incêndios, chegando a produzir combustão espontânea, quando propiciadas condições fermentativas, com liberação de gases e vapores voláteis combustíveis.

A biodegradação desses resíduos por meio de macrofungos lignícolas comestíveis, além de representar uma solução de baixo custo para o problema ambiental, é uma

¹ Pesquisadora da Embrapa Florestas (angela@cnpf.embrapa.br)

atividade economicamente viável e auto-sustentável. Esses organismos são colonizadores primários de vegetais em decomposição e, na natureza, são encontrados em serapilheira e madeira morta, especialmente galhos e troncos. Algumas espécies realizam a degradação preferencial da lignina, gerando um processo denominado de podridão branca, em que o composto é degradado, chegando até a ser mineralizado, antes mesmo da celulose e da hemicelulose.

O resíduo pós-colheita gerado pelo cultivo de cogumelo caracteriza-se por apresentar considerável nível de degradação, podendo servir como adubo orgânico para uso direto em horticultura ou como substrato para compostagem ou vermicompostagem, ou até mesmo como ração animal. O micélio remanescente nesse resíduo, por sua capacidade de absorver minerais, atua positivamente na redução da lixiviação de nutrientes e a matéria húmica daí formada contribui para o aumento da capacidade de troca iônica do solo. No caso do cultivo do *Pleurotus*, o micélio, quando presente no solo, forma estruturas predadoras de nematóides, agindo como um agente natural de controle biológico.

O conjunto dessas propriedades permite que o cultivo de cogumelos possa ser integrado à utilização de resíduos agroflorestais e à prática de outras atividades agrícolas com emissão nula de resíduos no meio ambiente e com maior agregação de valor.

A natureza lignícola de alguns cogumelos levou à utilização de toras para o seu cultivo, prática ainda hoje bastante utilizada, especialmente para o cultivo do Shiitake (*Lentinula edodes*). Porém, uma vez que a composição da tora não pode ser alterada para que se adeqüe às necessidades do fungo, a produtividade e o ciclo de produção com essa prática são dependentes da qualidade da madeira. No Japão utiliza-se o carvalho (*Quercus* spp.), enquanto no Brasil o eucalipto (*Eucalyptus* spp.) é o mais empregado. O uso de resíduos lignocelulósicos na elaboração de substratos sintéticos permite a adição de suplementos minerais e orgânicos, reduzindo o ciclo de produção e aumentando a eficiência biológica do processo. Um equacionamento entre o custo de produção, a qualidade do produto e a preferência do consumidor com relação às qualidades organolépticas do cogumelo deve ser considerado na decisão da técnica de cultivo a ser empregada.

O cultivo de fungos comestíveis requer relativamente pouco em termos de equipamentos, capital, área e processamento. Em países menos desenvolvidos essa atividade se apresenta como uma alternativa sustentável, pois envolve o uso racional de resíduos orgânicos e a produção de alimento, sem causar danos ao ambiente. Poderia, assim, ajudar na melhoria da dieta, da saúde e do status sócio-econômico de uma grande parcela da população brasileira, a exemplo do que vem sendo preconizado num programa para o desenvolvimento da África (Mshigeni & Chang, 2000; Chang & Mshigeni, 2001).

A produção de cogumelos no Brasil é ainda inexpressiva no cenário mundial, porém tem um grande potencial. Para que uma agroindústria baseada em macrofungos e seus produtos possa se estabelecer é necessário que o seu desenvolvimento tecnológico se apóie numa forte base científica, tendo-se em mente a concepção de uso sustentável e preservação de recursos florestais.

Demandas de pesquisa

As florestas naturais brasileiras abrigam um enorme potencial para a bioprospecção de espécies de valor econômico e, com o seu rápido processo de devastação, merecem atenção especial trabalhos de inventário e conservação, para que sua biota possa ser explorada em benefício da humanidade.

No Estado do Paraná um levantamento da macromicota vem sendo realizado há duas décadas, numa pesquisa que se estende do nível do mar a altitudes superiores a 1.000 m (Meijer, 2001). Até o momento, cerca de 1.700 espécies foram encontradas —numa proporção de nove basidiomicetos para um ascomiceto— das quais muitas foram, e serão ainda, descritas como espécies novas. A necessidade de se intensificar esforços neste sentido fica evidente quando se compara com dados dos Países Baixos que —com um território cerca de cinco vezes menor— contabilizam 2.754 espécies de basidiomicetos conhecidas, contra 1.297 do Paraná. Outro aspecto relevante é a urgente necessidade de conservar o maior número possível de espécies em coleções de cultura. Dentro das limitações de recursos humanos e financeiros disponíveis, grupos com espécies de maior potencial devem ser priorizados. A exploração da macromicota nativa deverá levar a espécies ou linhagens mais adaptadas às condições locais de cultivo, com vantagens na qualidade e custos de produção.

Pouco se sabe a respeito da ecologia e funcionamento das espécies nativas já catalogadas. Sabe-se que a maioria é composta por espécies sapróbias, algumas poucas são parasitas e outras supostamente formam simbiose ectomicorrízica. No entanto, estudos de caracterização e avaliação do potencial de uso são praticamente inexistentes e, até o momento, nenhum estudo de campo ou laboratório foi conduzido para comprovar a simbiose ectomicorrízica.

Com relação à comestibilidade e à toxicidade, a maior parte da informação disponível diz respeito às espécies de distribuição cosmopolita. Nesse grupo, sabe-se que alguns gêneros com maior representatividade no Paraná consistem basicamente de espécies comestíveis, como *Agaricus*, *Macrolepiota*, *Pluteus*, *Psathyrella* e *Volvariella*. É necessário, porém, muita cautela, pois, mesmo nesses gêneros são conhecidas algumas exceções, como espécies tóxicas, em *Agaricus* e *Macrolepiota*, e espécies psicotrópicas, em *Pluteus*. Além disso, algumas espécies de *Macrolepiota* podem ser confundidas com o cogumelo venenoso *Chlorophyllum molybdites* (Meyer: Fr.) Mass., responsável por acidentes toxicológicos em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, onde o primeiro registro envolvendo o envenenamento de uma família no Paraná foi recentemente apresentado (Amazonas et al., 2001). Das espécies com distribuição pantropical e pansubtropical, freqüentemente tem-se alguma informação a partir da experiência em outros continentes. Das espécies com distribuição restrita à América do Sul, na maioria dos casos, não se dispõe de qualquer conhecimento. Entre as tribos indígenas brasileiras aparentemente houve pouco uso de cogumelos como alimento (Fidalgo, 1965), com algumas exceções (Prance, 1984). Porém, muitas dessas espécies produzem corpos frutíferos carnosos e de tamanho adequado para serem consideradas potencialmente atrativas como alimento, sendo necessária a sua avaliação e caracterização por análises químicas e testes em cobaias.

Motivada pelas atuais condições de estresse a que o homem está sendo submetido, com conseqüente enfraquecimento do sistema imunológico, a indústria de cogumelos mundial vem —ao lado da produção de cogumelos frescos, envasados e desidratados para consumo como alimento— desenvolvendo e comercializando uma série de produtos baseados nas suas propriedades nutricionais e farmacológicas. Assim, esses organismos estão sendo cada vez mais valorados numa indústria biotecnológica emergente. Em 1994 a produção mundial de cogumelos cultivados foi estimada em cerca de 5 milhões de toneladas e avaliada em aproximadamente 9,8 bilhões de dólares, enquanto um adicional de 3,6 bilhões de dólares foi gerado pelos seus produtos (Chang, 1996).

Neste particular, entre os cogumelos nativos do Brasil comercialmente cultivados, o popularmente conhecido cogumelo do sol, até recentemente tido como *Agaricus blazei* e hoje reconhecido como *Agaricus brasiliensis* sp. nov. (Wasser et al., 2002), tem chamado a

atenção do mundo, em especial pelas suas propriedades imunomoduladoras e antitumorais (Kawagishi et al., 1989; Mizuno et al., 1990a, 1990b; Ito et al., 1997). Um grande número de produtores se voltou para o cultivo dessa espécie, motivado, principalmente, pelo mercado japonês. Cerca de 90% da produção nacional é exportada como cogumelo desidratado, sendo posteriormente processado e comercializado pelos países importadores na forma de chás, extratos, cápsulas e comprimidos. Os pequenos produtores entregam seus produtos a intermediários que têm acesso aos mecanismos de exportação e, em geral, o retorno financeiro fica aquém de suas expectativas. Isto tem levado um grande número de produtores à desistência do negócio. Sendo este um cogumelo que apresenta também um grande potencial na culinária como um alimento funcional de excelente sabor e textura (Stamets, 2000, Stijve & Amazonas, 2001 e 2002, Stijve et al., 2002), o direcionamento de parte da produção para o setor alimentício, voltado tanto para o mercado interno como para o externo, poderá resultar num grande incentivo para o aumento da produção. Mas para isso é necessário, além de uma mudança de postura dos produtores, um investimento na pesquisa visando o aumento da produtividade sem prejuízo da qualidade, estudos de fisiologia de pós-colheita e desenvolvimento de produtos alimentícios, de modo a permitir sua comercialização a preços competitivos com os praticados com o seu congênera *Agaricus bisporus*, o Champignon de Paris.

Projeto Prodeta 055-01/02: Bioprospecção da macromicota dos biomas floresta com araucária e mata atlântica

A Embrapa Florestas está coordenando o projeto “Bioprospecção da macromicota dos biomas floresta com araucária e mata atlântica”, recém-aprovado para apoio financeiro através do Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologia do Brasil - PRODETAB, para execução no período 2004-2006, em parceria com a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), a Universidade Federal do Paraná (UFPR), a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), a Universidade Regional de Blumenau (FURB) e a Faculdade Evangélica do Paraná (FEPAR). O projeto se propõe a realizar a bioprospecção da macromicota de dois importantes biomas brasileiros visando explorar seu potencial para usos diversos, tendo-se em mente o aproveitamento sustentável dos recursos florestais não madeiráveis, com geração de empregos e renda e preservação dos biomas.

Cinco subprojetos complementares e sinérgicos compõem o projeto. O primeiro tratará dos temas inventário, conservação, caracterização e avaliação, e repassará material para as equipes do segundo, encarregada do isolamento e identificação de metabólitos secundários, e do terceiro, responsável pelo isolamento e caracterização de polissacarídeos. A equipe do quarto subprojeto desenvolverá processos fermentativos, visando a produção dos metabólitos em larga escala, e a do quinto tratará da avaliação da qualidade nutricional protéica, da biodisponibilidade de micronutrientes e do perfil toxicológico de macrofungos com potencial alimentício.

Espera-se atingir um avanço significativo no conhecimento científico da macromicota autóctone e do seu potencial de uso. O desenvolvimento de metodologias específicas fornecerá importantes subsídios para a continuidade do projeto e estudos similares em outros biomas.

Referências bibliográficas

- AMAZONAS, M. A. L. de A.; MEIJER, A. A. R. de; CURIAL, R. M.; RUBIO, G. B. G. Envenenamento por *Chlorophyllum molybdites* no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICOLOGIA, 3., 2001, Águas de Lindóia. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Micologia, 2001. p. 49.
- CHANG, S. -T.; MSHIGENI, K. E. **Mushrooms and human health: their growing significance as potent dietary supplements**. Namibia: UNDP: UNOPS: University of Namibia, 2001. 79 p.
- CHANG, S.-T. Mushroom research and development: equality and mutual benefit. In: ROYSE. **Mushroom biology and mushroom products**. [S.l.]: Penn. State Univ., 1996. p. 1-10.
- CHAPELA, I. H. Bioprospecting: myths, realities and potential impact on sustainable development. In: PALM, M. E.; CHAPELA, I. H. **Mycology in sustainable development: expanding concepts, vanishing borders**. Boone: Parkway Publ., 1997. p. 238-256.
- FIDALGO, O. Conhecimento micológico dos índios brasileiros. **Rickia**, v. 2, p. 1-10, 1965.
- HAWKSWORTH, D. L. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. **Mycol. Res.**, v. 105, n. 12, p. 1422-1432, 2001.
- ITO, H., SHIMURA, K., ITOH, H. & KAWADE, M. Antitumor effects of a new polysaccharide-protein complex (ATOM) prepared from *Agaricus blazei* (Iwade strain 101) 'Himematsutake' and its mechanisms in tumor-bearing mice. **Anticancer Res**, v.17, p. 277-284, 1997.
- KAWAGISHI, H.; INAGAKI, R.; KANAO, T.; MIZUNO, T. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. **Carbohydrate Research**, v. 186, p. 267-273, 1989.
- MEIJER, A. A. R. de. Mycological work in the Brazilian state of Paraná. **Nova Hedwigia**, v. 72, n. 1-2, p. 105-159, 2001.
- MIZUNO, T.; HAGIWARA, T.; NAKAMURA, T.; ITO, H.; SHIMURA, K.; SUMIYA, T.; ASAKURA, A. Antitumor activity and some properties of water-soluble polysaccharides from "Himematsutake", the fruiting body of *Agaricus blazei* Murill. **Agric. Biol. Chem.**, v. 54, n. 11, p. 2889-2896, 1990a.
- MIZUNO, T.; INAGAKI, R.; KANAO, T.; HAGIWARA, T.; NAKAMURA, T.; ITO, H.; SHIMURA, K.; SUMIYA, T.; ASAKURA, A. Antitumor activity and some properties of water-insoluble hetero-glycans from "Himematsutake", the fruiting body of *Agaricus blazei* Murill. **Agric. Biol. Chem.**, v. 54, n. 11, p. 2897-2905, 1990b.
- MSHIGENI, K. E.; CHANG, S. T. **A guide to successful mushroom farming: an agenda for developing Africa differently**. Namibia: UNDP : UNOPS : University of Namibia, 2000. 41 p.
- PRANCE, G. T. Use of edible fungi by Amazonian indians. In: PRANCE, G. T.; KALLUNKI, J. A. (Eds.). Ethnobotany in the neotropics. **Advances in Economic Botany**, v. 1, p. 127-139, 1984.

STAMETS, P. Call it Himematsutake or call it the Almond Portobello – It's special. **Mushroom the Journal**, v. 18, n. 3, p. 10-13, 2000.

STIJVE, T.; AMAZONAS, M. A. L. de A. Agaricus blazei Murrill, un nouveau champignon gourmet et médicament qui nous vient du Bresil. **Miscellanea mycologica**, n. 69, p. 41-47, 2001.

STIJVE, T.; AMAZONAS, M. A. L. de A. L'Agaric royal: culture, goût et santé! **Champignons Magazine**, n.30, p.26-27, 2002.

STIJVE, T.; AMAZONAS, M. A. L. de A.; GILLER, V.: Flavour and Taste Components of Agaricus blazei ss. Heinem. – A New Gourmet and Medicinal Mushroom. **Dtsch. Lebensm. Rdsch.**, v. 98, p. 448 – 453, 2002.

WASSER, P. S.; WEIS, A. L. Medicinal properties of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: current perspectives (Review). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 1, p. 31-62, 1999.

WASSER, P. S.; DIDUKH, M.Y.; AMAZONAS, M.A.L. de A; NEVO, E.; STAMETS, P.; EIRA, A.F. da. Is a widely cultivated culinary-medicinal Royal Sun Agaricus (the Himematsutake mushroom) indeed Agaricus blazei Murrill? **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 4, p. 267-290, 2002.