

CULTIVO DE COGUMELOS (COMPOSTAGEM, CONDUÇÃO E AMBIENTE)

Augusto Ferreira da Eira

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Departamento de Produção Vegetal, Área de Biotecnologia e Microbiologia
Agrícola, Módulo de Cogumelos, CP 237, CEP 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.
E-mail: augusto_eira@fca.unesp.br

Introdução

Os cogumelos comestíveis, sempre apreciados por seu valor gastronômico, vêm crescendo de importância nos últimos anos quanto à possibilidade de reciclar economicamente certos resíduos agrícolas e agro-industriais (CHANG & MILES, 1984). Considerando também o elevado conteúdo protéico, seu cultivo tem sido apontado como uma alternativa para incrementar a oferta de proteínas, para países em desenvolvimento e com alto índice de desnutrição (CHANG & HAYES, 1980; CHANG *et al.*, 1992; WUEST *et al.*, 1987). Além desses aspectos, a importância dos cogumelos também está ligada ao mercado em contínuo crescimento, aos avanços tecnológicos para melhorar a qualidade, produtividade e custo de produção, ao ainda baixo consumo “per capita” mesmo nos países mais desenvolvidos e, às ilimitadas opções de espécies que podem ser cultivadas.

As propriedades medicinais ou nutracêuticas de alguns cogumelos também vêm incrementando o seu valor agregado e, sob o ponto de vista empresarial, considera-se que o cultivo de cogumelos exige tecnologia e, portanto, constitui-se em atividade diferenciada e seletiva do ponto de vista técnico-econômico, pois, a diminuição dos custos de produção, pode representar um grande trunfo para o sucesso do empreendimento.

O cultivo comercial de fungos comestíveis no Brasil restringe-se ao *Agaricus bisporus*, ao shiitake (*Lentinula edodes*) e, raramente, ao *Pleurotus* spp. Também são raros os relatos de pesquisas brasileiras no assunto sendo que o Instituto de Botânica de São Paulo foi um dos pioneiros, tendo criado em 1985 um Centro de Pesquisa de Cogumelos Comestíveis, em Mogi das Cruzes e, em 1986, foi criado um núcleo de ensino, pesquisa e extensão, na Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, em Botucatu, denominado Módulo de Cogumelos. Outros centros vêm surgindo em várias Universidades e Instituições de Pesquisa, tais como: UFRS, Porto Alegre, RS; UEL, Londrina, PR; UFLA – Lavras, MG; UFSC, Florianópolis, SC; EMBRAPA de Curitiba, PR e CENARGEN, Brasília, DF; UFPE, Recife, PE; e vários outros.

Talvez pela falta de pesquisa, a produtividade brasileira de *A. bisporus* em Mogi das Cruzes, principal região de cultivo do Estado de São Paulo e do Brasil, ainda seja da ordem de 5 a 7 kg de cogumelos frescos/100 kg de

substrato úmido (4 a 6 kg de cogumelos frescos / m²); na Europa, entretanto, a produtividade média do champignon é de 30 kg / 100 kg de substrato.

Sistemas de cultivo

A escolha da tecnologia de cultivo e o preparo do substrato de cultivo dependem da espécie de cogumelo que se pretende cultivar, da disponibilidade e custo de resíduos agroindustriais e outros insumos e matérias primas e, de forma ainda mais óbvia, do custo de produção e mercado.

Basicamente, o cultivo de qualquer cogumelo pode ser realizado em condições naturais não assépticas ou sob condições axênicas isto é, com substrato submetido à esterilização e com as técnicas de cultivo assépticas até à colonização total do substrato pelo cogumelo.

Sob condições naturais não assépticas, os cogumelos podem ser cultivados em quatro grupos de substratos: em hospedeiros vivos (micorrízicos, ecologicamente dependentes e aqueles que causam doenças em essências florestais); substratos “in natura” com relação C / N maior que 100 / 1, tais como troncos de madeira sem qualquer preparação prévia (usados para o cultivo de shiitake, *Pleurotus* spp e fungos medicinais como o *Ganoderma lucidum*, *Pycnoporus* spp e outros); resíduos agroindustriais com relação C / N entre 50 e 100 / 1, tais como palhas pré-tratadas por compostagem curta e pasteurização severa (*Pleurotus* spp, *Volvariella volvaceae* e outros) ou apenas pasteurização severa, como no caso de cavacos de madeira obtidos pela trituração de galhos finos e / ou serragem fresca (shiitake, *Auricularia* sp e outros); e palhas e resíduos agroindustriais com relação C / N entre 25 e 50 / 1, com prévia compostagem (Fase I), pasteurização e condicionamento (Fase II), utilizados para o cultivo de *Agaricus* spp. (após o condicionamento a relação C / N estreita-se para 16 a 17 / 1).

Um outro padrão de substrato enriquecido com relação C / N entre 15 e 25 / 1, pode ser utilizado no sistema de cultivo de cogumelos sob condições axênicas, tais como o shimeji (*Pleurotus ostreatus*), o shiitake (*Lentinula edodes*), a *Flamulina velutipes*, *Pholiota nameko* e vários outros, incluindo quaisquer dos cogumelos normalmente cultivados sob condições naturais não assépticas. A principal razão da utilização de substratos com estreita relação C / N no cultivo axênico é para obter-se elevadas produtividades visando cobrir os custos dos processos de esterilização e assepsia e, principalmente, para obter produções no tempo e quantidades requeridas pelo mercado consumidor, fato que às vezes não pode ser conseguido com o cultivo em condições naturais não assépticas, mormente quando se utiliza um baixo nível tecnológico de cultivo.

Nesta revisão abordar-se-á o preparo de substratos e o cultivo de cogumelos sob condições naturais não assépticas, com ênfase para o cultivo de *Agaricus*. Neste particular, o cultivo dos cogumelos do gênero *Agaricus* envolve quatro etapas principais, além de uma etapa de obtenção de matrizes e sementes (inoculante ou “spawn”), que deve ser conduzida em paralelo e, geralmente, é terceirizada por empresas e instituições de ensino e pesquisa (CHANG &

MILES, 1984; CHANG & MILES, 1989; CHANG & QUIMIO, 1982; EIRA & MINHONI, 1997; FLEG *et al.*, 1985): preparo do composto e compostagem (Fase I); pasteurização e condicionamento do substrato (Fase II); inoculação do substrato e “corrida do micélio” (Fase III); aplicação da camada de cobertura, indução de primórdios e produção dos basidiocarpos (Fase IV).

Preparo do composto e compostagem (Fase I)

Os cogumelos do gênero *Agaricus* possuem enzimas hidrolíticas da lignina (lacase), celulose e hemicelulose (GERRITS *et al.*, 1988). Entretanto, deve-se fazer um parêntese para esclarecer que os cogumelos nutrem-se, e muito bem, de açúcares, mas, sob condições naturais não assépticas, se tais compostos estiverem presentes, é a microbiota mesofílica que prevalecerá no sistema e não permitirá a colonização do substrato pelo cogumelo. Esta é a razão pela qual, sob condições naturais, faz-se necessário o pré-tratamento do substrato pela compostagem, pasteurização e condicionamento do composto, para que se estabeleça uma microbiota responsável pela biostase favorável ao cultivo de cada cogumelo.

Na literatura encontram-se muitas fórmulas de compostos os quais, de maneira geral, podem ser divididos em: compostos clássicos, utilizando esterco eqüino, galinha e outros e, compostos sintéticos, cujas fontes de nitrogênio têm composição mais estável, possibilitando maior repetibilidade entre os ciclos de produção. Os compostos clássicos são ainda muito utilizados pelo seu baixo custo e quando se emprega uma tecnologia de cultivo mais rústica. Desta forma, são praticamente ilimitadas as formulações dos “compostos” e, a título de exemplo, seguem alguns compostos sintéticos propostos por GIBBONS *et al.* (1991):

Componentes	Padrão		Farelo de aveia		Farelo de milho	
	kg	%Total	kg	% Total	kg	% Total
Palha trigo	8.420	39,3	8.420	38,8	8.420	38,8
Feno	5.314	24,8	5.314	24,5	5.314	24,5
Sabugo milho	5.405	25,2	5.405	24,9	5.405	24,9
Farinha soja	1.020	4,8	408	1,9	408	1,9
Uréia	136	0,6	227	1,0	227	1,0
Farelo aveia	0		809	3,7	0	
Farelo milho	0		0		788	3,6
Gesso	1.134	5,3	1.134	5,2	1.134	5,2
Total	21.429		21.717		21.696	
C / N inicial	33,6		33,0		33,0	
C / N após fase II	15,0		15,5		14,9	
C / N comp. exaurido	14,0		15,8		14,9	
Produtividade	15,58 b*		16,82 ab		18,27 a	

*médias (kg cogumelo fresco / 100 kg composto úmido) seguidas de letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

A formulação de “composto” para cultivo de cogumelos tem como primeira regra geral a escolha de materiais volumosos e fibrosos, à base de palhas de capim ou outras plantas, geralmente muito ricos em carbono (C) e pobres em nitrogênio (N) e fósforo (P). Uma segunda regra geral para cultivo do *Agaricus* é que o composto deverá ser previamente corrigido com materiais concentrados em nitrogênio e fósforo, cuja composição deverá ser determinada por análises de amostras ou por consulta a valores relatados na literatura (EIRA & MINHONI, 1997), com a finalidade de atingir-se as relações C:N:P:30:1:0,2.

A título de exemplo, considere-se os materiais na Tabela a seguir (disponíveis numa propriedade), para formular um composto para *A. bisporus*. Os cálculos podem ser efetuados manualmente (por tentativa) ou com auxílio de uma planilha eletrônica (MS Excel)¹, relacionada a um banco de dados com a composição de materiais concentrados e volumosos. O método leva em consideração o tipo de composto ou relação C / N a atingir, a disponibilidade e preço de materiais e a quantidade final desejada, considerando as perdas de 35% em matéria seca durante os processos de compostagem e condicionamento do composto.

Materiais concentrados e volumosos	% Matéria seca	% Proteína	% Carbono	% Fósforo	% Nitrogênio
Capim colônia	88,5	6,6	42,8	0,18	1,06
Quirela de milho	87,0	8,8	70,9	0,28	1,41
Farelo de soja tratada (sem óleo)	90,6	46,1	31,8	0,66	7,38

Assim, para cada tonelada de capim (componente volumoso), pode-se combinar materiais concentrados e insumos visando atingir a relação C / N requerida (aproximadamente 30 / 1), tal como a fórmula específica transcrita na Tabela a seguir:

Fórmula do produtor	Matéria úmida (kg)	Matéria seca (kg)	C (kg)	N (kg)	C / N
Capim colônia	1.000	885	378,8	9,31	40,6
Torta de soja (sem óleo)	15,0	13,5	6,4	1,476	4,3
Quirela de milho	80	72	34,6	0,96	50,0
Sulfato de amônia	3,3	3	—	0,693	—
Gesso	10	9	—	—	—
Calcário calcítico	40	36	—	—	—
Água qsp (quanto seja preciso)	70%				
Composto inicial Σ =	1.148,3	1.018,5	419,8	12,44	33,7

¹Planilha de cálculo desenvolvida no Módulo de Cogumelos, FCA / UNESP, pelo Químico Paulo Gustavo Celso (Doutorando em Biotecnologia, IQ / UNESP, Araraquara, SP e membro da equipe técnica do Módulo), 1999.

Além desses nutrientes principais, os micronutrientes K, S, Ca e alguns elementos-traço como o Mg, Mn, Zn, Bo, Co, Mo, etc, já estão presentes nos próprios componentes do composto, em quantidades suficientes ao metabolismo global da microbiota envolvida na compostagem (Fases I e II) e na nutrição do cogumelo (STANIER *et al.*, 1969). O gesso é importante para a estrutura do composto e eliminação do excesso de água e, o calcário, para garantir um efeito tampão durante a fase de produção.

Por outro lado, tecnologias de cultivo modernas vêm utilizando a suplementação do composto com materiais orgânicos concentrados em nitrogênio (VAN GRIENSVEN, 1988), como, por exemplo, o Champfood de uma companhia da Holanda², proposto para suplementação de substratos com relação C / N mais larga (até 50 / 1). O produto é adicionado após a colonização total do substrato pelo cogumelo (a FASE III, nesta tecnologia envolve a incubação em túneis ou colonização em massa). O produto, à base de farelo de soja, é granulado e apresenta disponibilidade controlada, sendo incorporado à base de 1 a 1,4 kg / m² de cama de cultivo (densidade de substrato entre 85 e 95 kg de substrato úmido / m²). Os resultados obtidos incrementaram a produtividade de *A. bisporus* (kg cogumelo fresco / m²), de acordo com a Tabela a seguir:

Dose do champfood (kg / m ²)	Adensamento do composto (kg / m ²)			Médias
	85	90	95	
1,0	31,9	33,7	33,7	33,12b
1,4	34,2	35,0	37,2	35,47a
1,8	34,4	36,1	37,2	35,88a
Médias	33,49c	34,95b	36,03a	34,82

* Médias seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente (kg cogumelo fresco / m² de cultivo).

Um aspecto importante é que, com a suplementação de substratos mais pobres (relação C / N inicial de até 50 / 1), pode-se chegar à produtividade de 34,82 kg de cogumelos frescos / m² de cama de cultivo ou, em média, 38,7 kg de cogumelos frescos / 100 kg de substrato úmido (100% maior que os resultados relatados por GIBBONS *et al.*, 1991). Segundo VAN GRIENSVEN (1988), o farelo de soja tratado com formaldeído a 2% é um suplemento adequado a ser incorporado a compostos totalmente colonizados pelo cogumelo, à razão de 1 kg / m², obtendo-se produtividades de até 28 kg cogumelos frescos / m² em relação às testemunhas (18 kg cogumelos frescos / m²). Outros suplementos orgânicos com elevados teores de N (50%) vêm sendo testados e distribuídos por firmas da Europa.

²Material bibliográfico enviado via Internet pela Champfood International, Holanda. Vulgewicht en bijvoeddos: invloed op teeltverloop en opbrengst van champignons (*Agaricus bisporus*).

Uma vez formulado o composto, monta-se a meda em camadas onde se distribui uniformemente os materiais da fórmula, que são umedecidos para iniciar-se a compostagem. Existem basicamente duas condutas na compostagem, mas que dependem da composição do substrato e regime de revolvimentos da meda. Para substratos com relação C/N larga e/ou reviragens freqüentes a Fase I de compostagem pode ser completada entre 7 e 14 dias, processo também chamado de “short composting”. Em contraposição, substratos com relação C/N estreita e reviragens menos freqüentes podem levar até 30 dias na Fase I.

Na meda de compostagem formada, desenvolvem-se atividades de comunidades microbianas, caracterizadas pela elevação de temperatura (60 a 80° C) e um desprendimento muito forte de amoníaco, resultante dos processos de mineralização do N orgânico (amonificação) que eleva o pH a índices acima de 9. Assim, a superfície da meda possui uma umidade baixa e condições máximas de aerobiose, ao passo que, na região central, as condições são parcialmente anaeróbias. Embora a maior parte do metabolismo na compostagem seja devido a fermentações, as transformações ideais ocorrem nas regiões onde predominam condições aeróbias que, impedem o estabelecimento de anaeróbios estritos, razão pela qual o composto deve ser revolvido com freqüência, para que as condições sejam homogêneas em todo o material, até o final do tratamento (EIRA & MINHONI, 1997).

Ao final da Fase I deve-se obter as seguintes características no substrato: umidade em torno de 70%; pH entre 7,5 e 8; coloração da palha de amarela a marrom, com manchas brancas de actinomicetos e outros microrganismos termófilos e uma redução no odor de amônia (STRAATSMA, 1994a e 1994b; STEINECK, 1987). A palha também deve perder a rigidez característica e o teor de umidade, entre 65 e 70%, pode ser medido na prática apertando-se uma porção do composto entre os dedos, sem escorrimento de água, mas tornando a palma da mão umedecida (EIRA & MINHONI, 1997).

Pasteurização (Fase II)

A pasteurização para *Agaricus* spp nada mais é que a elevação da temperatura do composto a aproximadamente 62° C e tem a finalidade de promover o saneamento do composto, eliminando alguns microrganismos prejudiciais ao desenvolvimento do cogumelo e, concomitantemente, finalizar o processo de compostagem (condicionamento químico, físico e biológico).

As características do túnel e do processo de pasteurização encontram-se descritas em EIRA & MINHONI (1997). O pasteurizador deve possibilitar o controle da temperatura, através do sistema de ventilação, ajustando-se as proporções de reciclagem do ar quente (150 a 200 m³/t. h) e o ar novo e filtrado (10 a 40 m³/t. h), para que a temperatura eleve-se entre 60 e 65° C durante 6 a 8h e, a seguir, tenda à faixa entre 45 e 50° C, mantendo-se um regime de ventilação constante durante 5 a 7 dias (condicionamento), quando então se promove o resfriamento rápido para, a 25° C, efetuar-se a inoculação.

Ao final dos processos de pasteurização e condicionamento, reduz-se a quantidade de carboidratos prontamente degradáveis, formando-se um complexo mais estável, lignina-humus; a quantidade de amônia torna-se menor que 10 ppm (mg / L); a relação C / N cai para 16; o pH altera-se para 7,5 e a umidade estabiliza-se em torno de 60 a 65% (VEDDER, 1979 e 1996).

CELSE (1999), apresentou uma extensa revisão sobre a “seletividade” do composto. Num substrato “seletivo” o micélio do *Agaricus* crescerá de forma excludente em relação aos microrganismos competidores devido, provavelmente, à ausência de nutrientes facilmente assimiláveis como açúcares simples e aminoácidos (EDDY & JACOBS, 1976, citados por ROSS & HARRIS, 1983a; STRAATSMA *et al.*, 1989; GERRITS, 1988; STÖLZER & GRABBLE, 1991). Quando o manejo de compostagem não transcorre corretamente, costumam aparecer, no período de colonização do *Agaricus*, fungos contaminantes (“weed molds”), também chamados “competidores”, que se nutrem do composto, elevam a temperatura (o *Agaricus* é inibido a partir de 28° C) ou produzem metabólitos tóxicos e, em consequência, reduzem o rendimento (VIJAY & GUPTA, 1994).

Tradicionalmente, os cultivadores associam um composto de qualidade à presença de actinomicetos, visíveis no composto na forma de micélio branco, referido como “fire fang”. VIJAY & GUPTA (1994), em trabalho de revisão sobre a microbiota do composto, citam que os actinomicetos *Streptomyces* e *Micromonospora* têm influência favorável no crescimento do *Agaricus* (o micélio cresce melhor e livre de contaminantes) além de estimulá-lo, pois produzem biotina, tiamina e vitaminas.

A associação entre o *Agaricus* e alguns fungos termófilos que se desenvolvem no final do condicionamento do composto está sendo estudada, inclusive no Brasil, com a finalidade de inoculação desses microrganismos no início da Fase II, como um trunfo na obtenção de compostos de boa qualidade (CELSE, 1999). ROSS & HARRIS (1983a, 1983b) argumentam que alguns fungos termófilos dominam o final do processo levando ao desaparecimento da amônia, que é muito tóxica ao *Agaricus*, e ao declínio da termogênese. No resfriamento a 25° C para a inoculação do *Agaricus*, ficariam numa condição inativa ou estática, numa temperatura próxima ou abaixo da mínima de crescimento; a estrutura celular desta biomassa permaneceria intacta e seu conteúdo não assimilável, exceto para microrganismos como o *Agaricus*, com sistemas enzimáticos aptos à oxidação deste material.

ROSS & HARRIS (1983a) relataram que o fungo termófilo *Torula thermophila* Cooney & Emerson (sinonímia de *Scytalidium thermophilum*²) estimulou o crescimento do *Agaricus* e suprimiu competidores, além de acelerar o desaparecimento da amônia. Outros microrganismos termófilos, citados por STRAATSMA *et al.* (1994a) como sendo estimuladores do micélio de *Agaricus* em composto esterilizado, são os seguintes: *Chaetomium thermophilum*, *Chaetomium* sp., *Malbranchea sulfurea*, *Myriococcum thermophilum*, *Stilbella thermophila*, *Thielavia terrestris* e dois basidiomicetos não identificados.

Uma outra tecnologia que visa abreviar e reduzir as perdas durante a compostagem, é o método “Indoor” que alia as vantagens acima citadas e vem

sendo testado com sucesso, normalmente com índices de 100% de eficiência biológica, desde meados da década de 80 em países europeus e na Austrália (HOUDEAU *et al.*, 1991; LABORDE *et al.*, 1987; LABORDE *et al.*, 1993; SUMMERFIELD, 1996). A tecnologia é emergente e reúne as Fases I e II convencionais num único sistema de 6-7 dias, num mesmo túnel. Entre as fases do processo, é introduzido um “ativador biológico” apropriado, que influencia diretamente a Fase II e, conseqüentemente, o rendimento.

Inoculação e incubação (Fase III)

Dependendo do nível tecnológico, a inoculação pode ser feita manualmente em sacos de polietileno perfurados (furos de ½” distanciados 20 cm) ou em caixas de cultivo ou ainda em camas dispostas em prateleiras. A “semente” é utilizada à razão de 1 a 2% da massa de composto em base úmida. O desenvolvimento do micélio ocorre dentro de um prazo variável, de acordo com o tipo de inóculo, qualidade do composto e condições da câmara de cultivo, mas, de modo geral, oscila entre 14 e 21 dias, quando fica nítida a ocorrência de uma teia branca, lembrando um emaranhado de fios de seda sobre a superfície do composto, momento em que se procede à cobertura do substrato colonizado com solo ou outros materiais (“casing”).

Modernamente, a Fase III ou “corrida do micélio”, também é efetuada em massa sob condições de temperatura e aeração controladas em túneis de cultivo (VAN GRIENSVEN, 1988), similares aos túneis de pasteurização, com reciclagem, resfriamento (temperatura controlada entre 24 e 25° C) e renovação do ar (cerca de 2 a 3 vezes o seu volume por dia, uma vez que nesta fase os teores de CO₂ permanecem muito elevados).

Camada de cobertura, indução e frutificação (Fase IV)

A camada de cobertura é um dos principais fatores para incrementar a produtividade, qualidade e uniformidade na colheita do “champignon” (AMSING & GERRITS, 1991). A função da cobertura com solo ou, preferencialmente com turfa, ainda não se encontra perfeitamente esclarecida, mas são apontadas as seguintes finalidades (FERMOR, 1993): prevenir a secagem excessiva do composto; oferecer um sustentáculo para a formação dos basidiocarpos; permitir a irrigação da cama, sem que o composto seja umedecido em excesso; fornecer alguns nutrientes ao cogumelo, como por exemplo, elementos-traço; induzir o micélio fúngico a frutificar por uma ação de resfriamento, devido à evaporação de água na superfície. Modernamente, utiliza-se uma mistura de turfa negra ou “black peat” e turfa fibrosa marrom ou “brown peat”, neutralizada com carbonato de cálcio ou calcário calcítico. A camada de cobertura deverá ser submetida a processos de pasteurização ou desinfecção com vapor ou formol para evitar nematóides e outros problemas da fungicultura.

A presença de bactérias na camada de cobertura é essencial para a indução da frutificação do cogumelo (RAINEY, 1990). Dentre essas bactérias, a *Pseudomonas putida* parece promover a remoção de compostos auto-inibitórios produzidos pelo cogumelo, facilitando a frutificação.

Existem várias técnicas utilizadas para o aumento da produtividade que se relacionam ao manejo da camada de cobertura. Uma técnica usada na Europa, com significativo aumento e uniformidade de produção, consiste na inoculação da cobertura com composto colonizado com a mesma semente que inoculou o substrato de produção, processo este conhecido como “*spawned casing*” (GUPTA *et al.*, 1989; GUPTA *et al.*, 1993; MACCANNA, 1983). Outra técnica é o “*ruffling*”, que consiste na mistura da camada de cobertura já parcialmente colonizada com um pouco do composto colonizado imediatamente abaixo com o auxílio de escarificador (MACCANNA, 1983). Há ainda o “*ranking*” que consiste em remexer a cobertura já colonizada para que esta se fracione em torrões (BONONI *et al.*, 1995). Após utilizar estas técnicas é preciso esperar mais alguns dias para que o micélio se recomponha e, então, deve-se aumentar a ventilação e reduzir a temperatura para a indução dos primórdios.

No Brasil, a expansão do cultivo do “champignon” não foi acompanhada pelo desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, continua-se com baixa produtividade. As principais razões são a má qualidade do composto, da camada de cobertura (geralmente solo) e a rusticidade das instalações de cultivo que agravam a incidência de pragas e doenças, pois as câmaras de cultivo não são climatizadas (FIGUEIREDO & MUCCI, 1985; FLETCHER, 1986). As mais modernas instalações possuem câmaras totalmente climatizadas (controle independente da temperatura, UR, teor de CO₂ e de O₂, nível de aeração e reciclagem do ar), controladas por softwares e hardwares que comandam as unidades de manejo do ar, em cada Fase de cultivo. Algumas “fazendas de cogumelos” na Holanda possuem colheita mecânica, fato que exige o mais elevado índice de tecnologia em todas as demais fases do cultivo que precedem a colheita (VEDDER, 1979 e 1996; VAN GRIENSVEN, 1988).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSING, J.G.M. & GERRITS, J.P.G. Water balance in a mushroom bed. Mushroom Science XIII. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE SCIENCE AND CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI, 13., 1991, Dublin, Irish Republic. *Proceedings*. Dublin, 1991. p.275-280
- BONONI, V.L.R.; CAPELARI, M.; MAZIERO R.; TRUFEM, S.F.B *Cultivo de cogumelos comestíveis*. São Paulo: Icone, 1995. 206p.
- CELSONO, P.G. Interações entre *Agaricus bisporus* e microrganismos termófilos isolados do substrato de cultivo do cogumelo. Araraquara, SP, 1999. 84p. [Dissertação (Mestrado) – UNESP].
- CHANG, S.T. & HAYES W.A. *The biology and cultivation of edible mushrooms*. New York: Academic Press, 1980.

- CHANG, S.T. & MILES, P.G. A new look at cultivated mushrooms. *Bioscience*, v.3, n.6, p.358-362, 1984.
- CHANG, S.T. & MILES, P.G. *Edible Mushrooms and their cultivation*. Boca Raton: CRC Press, 1989. p.189-223.
- CHANG, S.T. & QUIMIO, T.H. *Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods*. Hong Kong: The Chinese Univ. Press, 1982.
- CHANG, S.T.; LARQUE SAAVEDRA, A.; MARTINEZ CARRERA, D.; MORALES, M.; SOBAL, M. The cultivation of edible mushrooms as a boost for rural development: a case study from Cuetzalan ara, México: *AT Source*. v.20, n.1, p.22-25, 1992.
- EIRA, A.F. & MINHONI, M.T.A. *Manual teórico-prático do cultivo de cogumelos comestíveis. módulo de cogumelos – FEPAF*. 2.ed. Botucatu: Unesp, 1997. 115 p.
- FERMOR, T.R. Applied aspects of composting and bioversion of Lignocellulosic materials: An overview. *Int.l Bioteridior. Biodegrad.*, n.31, p.87-106, 1993.
- FIGUEIREDO, M.B. & MUCCI, E.S.F. Doenças e pragas do cogumelo comestível (*Agaricus campestris* L.). *Biológico São Paulo*, v.51, n.4, p.93-11, 1985.
- FLEGG, P.B.; SPENCER, D.M.; WOOD, D.A. The biology and technology of the cultivated mushroom. New Yor: John Wiley & Sons, 1985. 347p
- FLETCHER, J.T.; WHITE, P.F.; GAZE, R.H. *Mushrooms: pest and disease control*. Ponteland: Editora Intercept, 1986. 156p.
- GERRITS, J.P.G. Nutrition and compost. In: VAN GRIENSVEN, L.J.L.D. (Ed.). *Thecultivation of mushrooms*. Horst: Mushroom Experimental Station, 1988. p.29-72.
- GIBBONS, W.R., MAHER, A.A., TODD, R.L. Button mushroom production in synthetic compost derived from agricultural wastes. *Biosource Technol.* v.38, n.1, p.65-77, 1991.
- GUPTA, Y. Spawned casing for increased mushroom yield in *Agaricus bisporus* under seasonal growing conditions in India. *Mushroom Res.*, v.2, n.1, p.25-8, 1993.
- GUPTA, Y. et al. Spawned casing: effect on yield of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. *Indian J. Mycol. Plant Pathol.*, v.19, n.2, p.225-7, 1989.
- HOUDEAU, G.; OLIVIER, J.M.; CHABBERT, B. Improvement of indoor short composting. In: MAHER, M.J. (Ed.). *Science and cultivation of edible fungi*. Rotterdam: Balkema, 1991. v.1, p.215-220.
- LABORDE, J. LANZI, G., FRANCESCUTTI, B.; GIORANI, E. Indoor composting: general principles and large scale development in Italy. In: CHANG, S.T., BUSWELL, J.A., CHIU, S.W. (Eds.) *Mushroom biology and mushroom products*. Hong Kong: The Chinese University Press, 1993. p.93-113.
- LABORDE, J. et al. Indoor static composting for mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation. In: WUEST, P.J. et al. Eds.). *Cultivating edible fungi*. Amsterdam: Elsevier, 1987. p.91-100.
- MACCANNA, C. Spawned casing. *Mushroom J.*, n.129, p.329-333, 1983.
- QUIMIO, T.H.; CHANG, S.T.; ROYSE, D.J. *Technical guidelines for mushroom growing in the tropics*. Rome: FAO, 155p. 1990.
- RAINEY, P.B.; COLE, A.L.J.; FERMOR, T.R.; WOOD, D.A. A model system for examining involvement of bacteria in basidiome initiation of *Agaricus bisporus*. *Mycol. Res.*, v.94, n.2, p.191-195, 1990.

- ROSS, R.C. & HARRIS, P.J. An investigation into the selective nature of mushroom compost. *Sci. Hortic.*, v.19, p.55-64, 1983a.
- ROSS, R.C. & HARRIS, P.J. The significance of thermophilic fungi in mushroom compost preparation. *Sci. Hortic.*, v.20, p.61-70, 1983b.
- STEINECK, H. *Cultivo comercial del champiñón*. 2.ed. Espanha: Editora Acribia, 1987. 142p.
- STÖLZER, S. & GRABBLE, K. Mechanisms of substrate selectivity in the cultivation of edible fungi. In: MAHER, M.J. (Ed.). *Science and cultivation of edible fungi*. Rotterdam: Balkema, 1991. v.1, p.141-146.
- STRAATSMA, G.; SAMSON, R.A.; OLIJNSMA, T.W.; OP DEN CAMP, H.J.M.; GERRITS, J.P.G.; VAN GRIENSVEN, L.J.L.D. Ecology of thermophilic fungi in mushroom compost, with emphasis on *Scytalidium thermophilum* and growth stimulation of *Agaricus bisporus* mycelium. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.60, p.454-458, 1994a.
- STRAATSMA, G.; SAMSON, R.A.; OLIJNSMA, T.W.; OP DEN CAMP, H.J.M.; GERRITS, J.P.G.; VAN GRIENSVEN, L.J.L.D. Inoculation of *Scytalidium thermophilum* in button mushroom compost and its effect on yield. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.60, n.9, p.3049-3054, 1994b.
- SUMMERFIELD, L. The demise of compost turnersorus rex. *Mushroom News*, v.44, n.1, p.18-19, 1996.
- VAN GRIENSVEN, L.J.L.D. The cultivation of mushrooms. Darlington Mushroom Laboratories Ltd, Rustington, Sussex, England, Somycel S. A. & Langeais, France Ed. 5515 p. 1988.
- VEDDER, P.J. C. *Practical training school for mushroom growing*. Centrum voor Onderwijs: Champignon teelt, 1979. 69p.
- VEDDER, P.J. C. *Cultivo moderno del champiñón*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 369 p.
- VIJAY, B. & GUPTA, Y. Microflora of *Agaricus bisporus* compost. In: NAIR, M.C. (Ed.). *Advances in mushroom biotechnology*. Jodhpur: Scientific Publishers, 1994. p.91-99.