

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CAMADAS DE COBERTURA COM DIFERENTES COMBINAÇÕES
DE SOLOS E AMBIENTES DE CULTIVO NA PRODUÇÃO DO
COGUMELO *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann.**

DIEGO CUNHA ZIED

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus
de Botucatu, para qualificação ao título de
Mestre em Agronomia (Energia na
Agricultura).

BOTUCATU-SP
FEVEREIRO – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CAMADAS DE COBERTURA COM DIFERENTES COMBINAÇÕES DE
SOLOS E AMBIENTES DE CULTIVO NA PRODUÇÃO DO COGUMELO**
Agaricus blazei (Murrill) ss. Heinemann.

DIEGO CUNHA ZIED

Orientadora: Professora Doutora Marli Teixeira de Almeida Minhoni

Co-Orientador: Professor Doutor Antonio Evaldo Klar

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus
de Botucatu, para qualificação ao título de
Mestre em Agronomia (Energia na
Agricultura).

BOTUCATU-SP
FEVEREIRO – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SRÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Zied, Diego Cunha, 1982-
Z65c Camadas de cobertura com diferentes combinações de solos e ambientes de cultivo na produção do cogumelo *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann / Diego Cunha Zied. - Botucatu : [s.n.], 2008.
viii, 120 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Marli Teixeira de Almeida Minhoni
Co-orientador: Antonio Evaldo Klar
Inclui bibliografia

1. Cogumelos. 2. *Agaricus blazei*. 3. Cogumelos - Cultivo. 4. Solos - Preparo. I. Minhoni, Marli Teixeira de. II. Klar, Antonio Evaldo. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE
CAMADAS DE COBERTURA NA PRODUÇÃO DO COGUMELO *Agaricus
blazei*, EM DIFERENTES AMBIENTES DE CULTIVO"

ALUNO: DIEGO CUNHA ZIED

ORIENTADOR: PROFA. DRA. MARLI TEIXEIRA DE A. MINHONI

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFA. DRA. MARLI TEIXEIRA DE A. MINHONI



PROF. DR. EDSON LUIZ FURTADO



PROF. DR. VERA LUCIA RAMOS BONONI

Data da Realização: 15 de fevereiro de 2008.

DEDICO

À DEUS sob todas as coisas !

Aos meus pais Tuffi e Sônia

A meu irmão Igor

À Cynthia

Pelos exemplos de honestidade e responsabilidade

AGRADECIMENTO

À Profa. Marli Teixeira de Almeida Minhoni e ao Prof. Antonio Evaldo Klar pelas orientações, além do apoio, amizade, dedicação e paciência.

À Coordenação do Curso de Pós Graduação em Agronomia, Área de Concentração Energia na Agricultura, em especial aos Professores Dr. Zacarias Xavier de Barros e Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni pela oportunidade de execução deste trabalho.

À técnica de laboratório Maria de Fátima Almeida Silva, pelo auxílio durante o experimento.

Aos funcionários e amigos do Módulo de Cogumelos José Antonio Fogaça e Ivando Roberto Fogaça, que nos deram todo o apoio necessário e trabalharam incansavelmente para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos Colegas de pós-graduação: João Kopytowski Filho, Ramon Nunez Tablada, Meire Cristina Nogueira de Andrade, Alessandro José Marques Santos, Leonardo de Almeida Monteiro e Jairo Costa Fernandes e a todos que de uma forma ou outra contribuíram com a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida para a concretização deste trabalho.

Aos funcionários da biblioteca pelo apoio na revisão de literatura.

Às funcionarias da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Botucatu, pela paciência, consideração e apoio recebido.

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
4.1 Cultivo de <i>Agaricus blazei</i>	7
4.2 Fases de Cultivo	8
4.3 Camada de cobertura	9
4.3.1 Exemplos de camadas de cobertura.....	9
4.3.2 Funções da camada de cobertura	10
4.3.3 Características da camada de cobertura	11
4.3.3.1 Características físicas	11
4.3.3.1.1 Interação entre Porosidade e Capacidade de Retenção de Água.....	11
4.3.3.1.2 Textura	12
4.3.3.2 Características químicas.....	13
4.3.3.2.1 Macro e micronutrientes	13
4.3.3.2.2 Potencial osmótico versus Condutividade elétrica.....	14
4.3.3.3 Características microbiológicas	15
4.3.4 Manejo da camada de cobertura	16
4.3.4.1 Desinfestação	16
4.3.4.2 Correção da acidez	17
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1.1 Inóculo de <i>A. blazei</i>	18
5.1.1.1 Seleção do basidioma	18
5.1.1.2 Preparo do meio de cultura.....	19
5.1.2 Produção de matriz primária	19
5.1.3 Produção de matriz secundária.....	20
5.1.4 Produção de matriz terciária.....	20
5.1.5 Produção de inóculo, micélio, spawn ou “semente”	21

SUMÁRIO

	Página
5.2 Composto e compostagem.....	22
5.2.1 Fase I	22
5.2.2 Fase II.	24
5.3 Inoculação e corrida do micélio.....	24
5.4 Camadas de cobertura.....	25
5.4.1 Solos	25
5.4.2 Correção do pH.....	27
5.4.3 Delineamento experimental.....	28
5.4.4 Adição de carvão vegetal.....	29
5.4.5 Desinfestação.....	29
5.4.6 Adição das camadas de cobertura.....	30
5.5 Ambientes de cultivos	30
5.5.1 Câmara Climatizada (Dalsem Mushrooms)	30
5.5.2 Estufa Rústica (Ambiente semi-controlado).....	31
5.6. Colheita dos basidiomas	32
5.7. Fluxograma do período de experimentação.....	33
5.8. Variáveis analisadas	34
5.8.1 Relativas à produção de basidiomas.....	34
5.8.1.1 Produção	34
5.8.1.2 Produtividade (base úmida)	34
5.8.1.3 Eficiência biológica (base seca)	34
5.8.1.4 Número de basidiomas	34
5.8.1.5 Massa de basidiomas	35
5.8.1.6 Precocidade.....	35
5.8.2 Relativas ao ambiente de cultivo	36
5.8.2.1 Câmara Climatizada (Dalsem Mushroom)	36
5.8.2.2 Estufa Rústica (Ambiente semi-controlado).....	36
5.8.3 Relativas às Camadas de cobertra	37

SUMÁRIO

	Página
5.8.3.1 Características Físicas	37
5.8.3.1.1 Textura.....	37
5.8.3.1.2 Densidade do solo.....	37
5.8.3.1.3 Conteúdo de Água no solo (saturado)	38
5.8.3.1.4 Porosidade	38
5.8.3.2 Características químicas	38
5.8.3.3 Características microbiológicas	39
5.8.3.3.1 Meio PIA (<i>Pseudomonas</i> Isolation Agar).....	39
5.8.3.3.2 Meio EL (extrato de levedura).....	40
5.8.3.3.3 Meio de Martim	40
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
6.1 Variáveis do cogumelo	42
6.1.1 Produção	42
6.1.2 Produtividade.....	44
6.1.3 Eficiência biológica	46
6.1.4 Precocidade.....	48
6.1.5 Número de basidiomas	51
6.1.6 Massa de basidiomas	57
6.2 Variáveis Ambientais	60
6.2.1 Câmara climatizada (Dalsem Mushroom).....	60
6.2.2. Estufa rústica	67
6.3. Variáveis da camada de cobertura	72
6.3.1. Características físicas	72
6.3.1.1 Textura.....	72
6.3.1.2 Densidade do solo.....	76
6.3.1.3 Conteúdo de Água no solo (saturado)	79
6.3.1.4 Porosidade	81
6.3.2. Características química.....	84

6.3.2.1 Macronutrientes	84
6.3.2.2 Micronutrientes.....	89
6.3.2.3 Outras análises.....	92
6.3.3 Características microbiológicas.....	102
7 CONCLUSÕES	109
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Formulação utilizada para a produção de <i>A. blazei</i>	22
2. Procedimentos adotados durante a Fase I de compostagem.....	23
3. Análise química dos solos utilizados para o experimento.....	27
4. Análise do calcário utilizado na camada de cobertura.	27
5. Combinações de solos realizados para obtenção dos tratamentos.....	29
6. Produção média (kg), obtida com as diferentes combinações de solo como camada de cobertura, ambientes de cultivo e profundidade de coleta do solo, ao final do cultivo de <i>A. blazei</i>	43
7. Resultado de produtividade (%) obtida nos diferentes combinações de solo, ambientes e profundidade, ao final do cultivo de <i>A. blazei</i>	45
8. Eficiência biológica (%), no final do experimento.....	46
9. Número de basidiomas, expresso em unidade individual (caixa / 12kg de composto)	52
10. Massa média de basidioma (g)	57
11. Textura das combinações de solos, utilizadas para a produção das camadas de cobertura.....	73
12. Resultado de análise da textura dos solos coletados em duas profundidades... ..	74
13. Densidade das combinações de solos utilizadas como camadas de cobertura.. ..	77
14. Densidade dos solos coletados em duas profundidades.. ..	78
15. Conteúdo de água das combinações de solos (saturado) utilizadas como camadas de cobertura.....	80
16. Conteúdo de água nos solos, coletados em duas profundidades.	80
17. Porosidade total, apresentadas pelas combinações de solos utilizadas na produção das camadas de cobertura.. ..	82
18. Porosidade total dos solos, coletados em duas profundidades.. ..	83
19. Teores de P, mg dm ⁻³ nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições... ..	85

LISTA DE TABELAS

	Página
20. Teores de K, $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$ nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.....	86
21. Teores de Ca, $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$ nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), médias de 3 repetições.....	87
22. Teores de Mg, $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), médias de 3 repetições.....	88
23. Teores de Cu, ppm nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.	90
24. Teores de Zn (ppm), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), media de 3 repetições..	91
25. Teores de Fe (ppm), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições..	91
26. Teores de Mn (ppm), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), medias de 3 repetições..	92
27. Teores de H + Al ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.	93
28. Dados de pH, (CaCl), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.	95

LISTA DE TABELAS

	Página
29. Dados de V (%), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.	96
30. Dados de CTC ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.	97
31. Dados de Soma de Bases ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), médias de 3 repetições.	99
32. Condutividade elétrica (μS), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.	99
33. Resultados de M.O. realizados nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), resultados expressos em g kg^{-1}	101
34. Dados de análise microbiológica das camadas de cobertura, realizada após desinfestação das mesmas.	103

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Exemplo de basidioma sadio coletado para a produção de inóculo (linha amarela tracejada, indica o local do corte para eliminação de resíduos da camada de cobertura).	19
2. Produção de matriz primária (adaptado de Stamets, 1993).....	20
3. A: matriz secundária dividida em 8 pedaços; B: Matriz terciária (frascos tipo azeitona contendo o substrato a base de grãos de triticales), à esquerda a matriz com 50% do micélio corrido e à direita matriz terciária totalmente colonizada, pronta para ser utilizada na produção do inóculo..	21
4. A: Pré-umedecimento do capim; B: revirada do composto e C: composto dentro de caixas plásticas treliçadas, pronto para o início da Fase II de compostagem....	24
5. Caixas contendo 12 kg de composto já inoculado, acomodadas em estruturas metálicas e envolvidas com filme plástico.....	25
6. A: Latossolo Vermelho Escuro álico, superfície, B: Latossolo Vermelho Escuro álico, barranco, C: Solo Litólico, substrato basalto, superfície e D: Solo Litólico, substrato basalto, barranco... ..	26
7. A: Caixa com o composto recém inoculado; B: composto após 15 dias de inoculação e C: detalhe da camada de cobertura sobreposta (5 cm de espessura) ao composto colonizado, com o filme plástico já cortado.....	30
8. A: Visão externa da câmara climatizada; B: software responsável pelo registro e comando das variáveis dentro das câmaras; C: visão interna das câmaras: em cima à esquerda tem-se o duto responsável pela distribuição do ar, umidade, calor etc. e à direita, as prateleiras metálicas contendo três andares, onde as caixas foram dispostas.....	31
9. À esquerda: face externa da estufa rústica utilizada no experimento; e à direita, interior da estufa, com as estruturas metálicas dispostas em linha.....	32
10: Descrição das atividades realizadas ao longo dos 187 dias de experimentação.....	33
11. Precocidade da produção acumulada, em função de cinco camadas de coberturas e dois ambientes de cultivo (D = Dalsem e E = Estufa).....	49

LISTA DE FIGURAS

	Página
12. Solo 1 (A) e 6 (B) utilizado na camada de cobertura após 93 dias da adição da mesma sobre o composto colonizado, detalhe do solo compactado, apresentando até algumas rachaduras devido o rompimento do fungo para a frutificação.....	50
13. Número e massa de basidiomas ao longo dos 120 dias de cultivo na câmara climatizada (Dalsem Mushrooms).....	53
14. Número e massa de basidiomas ao longo dos 120 dias de produção na estufa rústica.	55
15. Massa de basidioma, nos 6 fluxos de cultivo, em ambos os ambientes de cultivo..	59
16. Dados médios de temperatura do composto e do ambiente, umidade relativa, renovação do ar “air damper” e ventilação, conduzidas ao longo do cultivo no ambiente climatizado... ..	63
17. Produção do solo 4 e manejo das variáveis ao longo dos 120 dias de cultivo..	64
18. Camada de cobertura colonizada, antes da frutificação do primeiro fluxo.	65
19. Basidiomas com sinais de excesso de CO ₂ , produzidos no ambiente climatizado, durante o quinto fluxo de colheita.....	67
20. Comportamento das variáveis durante a produção de basidiomas na estufa rústica (TP – temperatura do composto, TA – temperatura do ar e U – umidade relativa), nos 120 dias de cultivo..	68
21. Basidiomas de <i>A. blazei</i> produzidos em estufa rústica, não apresentando sinais de excesso de CO ₂	69
22. Produção do solo 3 e manejo das variáveis ao longo dos 120 dias de cultivo.	71
23. Correlação entre níveis de argila e produtividade do solo 4.....	75
24. Correlação entre níveis de silte e produtividade do solo 4.....	76
25. Correlação entre níveis de densidade do solo e produtividade do solo 4... ..	78
26. Correlação entre conteúdo de água no solo e produtividade do solo 4... ..	81
27. Correlação entre teor de H + Al e produtividade do solo 2.....	94
28. Correlação entre o V% e a produtividade do solo 2.....	96
29. Correlação entre a CTC e a produtividade do solo 2.....	98

30. Correlação entre UFC no meio Martim e a produtividade do solo 2 coletado a 2,0 metros de profundidade.....	106
31. Correlação entre UFC no meio Martim e a produtividade do solo 5, coletado a 2,0 metros de profundidade.....	107

1 RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar diversas camadas de cobertura quanto às propriedades físicas, químicas e microbiológicas em dois ambientes de cultivo e compará-las quanto à conversão energética na produção de basidiomas de *Agaricus blazei*. A camada de cobertura é um dos fatores que afeta a produção, a qualidade e a uniformidade no cultivo de cogumelos. Cinco combinações de solos foram coletados em duas profundidades (0,2 m e 2 m) “superfície e barranco” e avaliados como camadas de cobertura. O delineamento experimental foi em esquema fatorial 5 x 2 x 2 (cinco combinações de solo, duas profundidades de coleta e dois ambientes de cultivo – Câmara Dalsem Mushroom “ambiente climatizado” e estufa rústica), com 8 repetições cada tratamento. Cada repetição correspondeu a uma caixa com 12 kg de composto (peso úmido) adicionado das camadas de cobertura. As variáveis avaliadas foram: produção por caixa (kg), produtividade (%), eficiência biológica (%), precocidade (%), número e massa de basidiomas (g) e características físicas, químicas e microbiológicas das camadas de cobertura. Verificou-se que as diferentes combinações de solos utilizados nas camadas de cobertura não diferem entre si, em relação à produção, produtividade, eficiência biológica e número de basidiomas, embora tenham sido verificadas diferenças nas massas de basidiomas. Com relação à profundidade de coleta das amostras de solo, não foram encontradas diferenças significativas. Porém, o cultivo realizado na estufa rústica proporcionou maior produção, produtividade, eficiência biológica e número de basidiomas, enquanto que o ambiente climatizado apresentou as maiores massas de basidiomas

colhidas ao longo do experimento. Foi verificado correlação positiva entre a produtividade de *A. blazei* e o teor de silte, densidade do solo, conteúdo de água (saturado), porcentagem de saturação por bases (V%) e quantidade total de fungos na camada de cobertura. Por outro lado correlações negativas foram verificadas entre a produtividade e o teor de argila, H + Al e a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) das camadas de cobertura utilizadas neste experimento.

CASING LAYER WITH DIFERENTES COMBINATIONS OF SOIL AND ENVIRONMENTS OF PROCUCTION IN YIELD OF MUSHROOM *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann. Botucatu, 2008. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: DIEGO CUNHA ZIED

Adviser: MARLI TEIXEIRA DE ALMEIDA MINHONI

Co-adviser: ANTONIO EVALDO KLAR

2 SUMMARY

The aim of this study is to analyze different casing soils about physical, chemical and microbiological proprieties in two environments of cultivation and compare them about the energetic conversion in the yield of mushroom of *Agaricus bisporus*. The casing layer is one of the factors that affect the yield, the quality and the uniformity in mushrooms industry. Five combination of soils were collected in two depths (0,2 m and 2,0 m) “ surface and embankment” and considered as casing soil. The experimental design was in factorial setup 5 x 2 x 2 (five combination of soils, two depths and two environments of cultivation – Chamber Dalsem Mushrooms “controlled atmosphere” and Plastic House), with eight repetitions each treatment. Each repetition corresponded to one box with 12 kg of compost (weight wet), added to the casing soils. The analyzed variable were: yield in box (kg), yield (%), biological efficiency (%), precocity (%), number and weight of mushrooms (g) and physical, chemical and microbiological characteristics of the soils used as casing soils. It was noticed that the different combination of soil used in casing layer aren't different among each other considering the yield in box, yield, biological efficiency and number of mushrooms, but differences appeared when were compared the weights of mushrooms. Considering the depths of the collected samples, they don't represent any significant difference. However the cultivation in plastic house provides the biggest yield in box, yield, biological efficiency and number of mushrooms; and the controlled atmosphere has shown the biggest weights of mushrooms in harvest during the experiment. It found a positive correlation between yield of

A. blazei and the content of silt, bulk density, water-holding capacity, percentage of base saturation (V%) and the total amount of fungus present in the casing layer. Furthermore negative correlations were found between the yield and content of clay, H + Al and Cation Exchange Capacity (CEC) of the casing layers used in this experiment.

Keywords: *Agaricus blazei* (Murril) ss. Heinemann, mushrooms, casing layer, soil, yield.

3 INTRODUÇÃO

A camada de cobertura, assim como a qualidade e propriedade genética do inóculo ou “spawn”, o preparo e manejo do substrato, o nível de controle das variáveis ambientais e a incidência de pragas e contaminantes, são fatores que influenciam a produtividade e eficiência biológica no cultivo de cogumelos. A camada de cobertura, ao contrário dos demais fatores, ainda não possui pesquisas conclusivas e até hoje é motivo de controvérsias e discussões.

A granulometria, porosidade, capacidade de retenção de água, condutividade elétrica, sanidade, índice pH, teor de nutrientes, capacidade de troca catiônica, comunidade microbiana, etc., são características das camadas de cobertura que afetam a produtividade. Outro aspecto importante, relativo às camadas de cobertura, e que muitas vezes é alvo em muitos trabalhos científicos, diz respeito à busca de um material capaz de substituir a turfa (peat), uma vez que a extração desta vem causando danos ambientais.

Legislações internacionais já foram criadas para proibir a utilização de turfa em cultivo de cogumelos e hortaliças. Com isso, a utilização de solos como componente principal de camadas de cobertura tem sido a alternativa mais comum, mas esta deve ser detalhadamente estudada, visando o melhor aproveitamento e rendimento energético do processo de produção de basidiomas.

As informações relacionadas à camada de cobertura são mencionadas ao cultivo de *Agaricus bisporus*. Este cogumelo foi descoberto há mais de 500 anos e assim, à uma quantidade elevada de pesquisas que contribuem para que as técnicas de cultivo estejam

em estágio avançado para um máximo de rendimento produtivo. O *A. blazei*, ao contrário, foi descoberto recentemente (25 anos atrás, aproximadamente) e, conseqüentemente, não possui tecnologia de cultivo estabelecida e todas as etapas de cultivo envolvidas durante o processo de produção têm sido baseadas no cultivo do *A. bisporus*.

Apesar das duas espécies pertencerem ao mesmo gênero, o processo de cultivo possui diferenças marcantes, especialmente com relação à formulação do substrato e à temperatura de colonização e de frutificação. Como qualquer Basidiomycota, o *A. blazei* possui fisiologia, nutrição e desenvolvimento em variáveis ambientais (temperatura, umidade, teor de O₂ e CO₂) específicas, as quais devem ser estudadas e detalhadas.

Assim, o trabalho teve como objetivo verificar as variáveis envolvidas na produção de basidiomas (produção, produtividade, eficiência biológica, precocidade, número e massa basidioma) e correlacioná-las com as propriedades químicas, físicas e microbiológicas das camadas de cobertura em dois ambientes de cultivo na produção de *A. blazei*.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cultivo de *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann.

Existem relatos e citações na literatura de que o cogumelo *Agaricus blazei* é de ocorrência natural do Brasil, foi descoberto no Estado de São Paulo, nas proximidades do Município de Piedade, região serrana da Mata Atlântica (IWADE; MIZUNO, 1997; BRAGA et al., 1998). Comenta-se que a primeira coleta ocorreu na década de 70 e que algumas amostras foram levadas para o Japão, a fim de se estudar suas propriedades medicinais (MINHONI et al., 2005).

Devido às condições ambientais do Brasil, favoráveis ao desenvolvimento deste cogumelo, matrizes produzidas no Japão foram enviadas de volta ao Brasil (Eira, 2003). Acredita-se que países asiáticos tais como a China e Taiwan também receberam algumas destas matrizes para o cultivo, onde permanecem até hoje em cultivo comerciais.

Assim, podemos dizer que o cultivo de *A. blazei* é recente e que, de modo geral, as tecnologias adotadas têm sido adaptações das utilizadas no cultivo de *Agaricus bisporus* (KOPYTOWSKI FILHO, 2006). Como consequência, a produtividade tem sido muito baixa, comprometendo a durabilidade do sistema de produção, especialmente quando se trata de atividade familiar.

Contudo, ainda que a produtividade tenha sido baixa nas ultimas décadas, da ordem de 0,5 – 1,5% (base seca), caracterizando um custo de produção elevado, muitos produtores por se tratar de um produto de exportação ainda conseguiram dar continuidade ao cultivo, devido o valor elevado da moeda americana (dólar) e a qualidade dos basidiomas, o que elevava o lucro do produtor (ZIED et al., 2006a). Neste processo, cerca de 80% ou mais da produção era destinada ao mercado externo, venda efetuada diretamente pelo produtor ou através de intermediários. Neste período, o produtor não desenvolveu os mecanismos de colocação do produto no mercado interno.

Hoje, o cenário mudou. O dólar caiu e algumas exportações ficaram limitadas (problemas não estudados neste trabalho). Em consequência, o produtor ou cancelou o sistema de produção ou possui um estoque de produto que não tem acesso ao mercado interno. A comunidade brasileira não conhece e não tem hábito de consumo de cogumelos comestíveis e medicinais e o produtor, por sua vez, preocupou-se muito pouco, até então, em estimular este mercado interno.

Desta forma, estudos sobre as diversas fases de cultivo, as quais incluem desde a formação e o manejo do composto, a produção e a utilização correta do micélio ou “spawn” sadio e produtivo, o uso de camadas de cobertura adequadas, procedimento de choques de indução e de colheita adequados, bem como o manejo correto da umidade, temperatura e teores de CO₂ e O₂, têm sido extremamente importantes para um aumento significativo da produtividade (MINHONI et al., 2006, KOPYTOWSKI FILHO, 2006, ZIED et al., 2007). Isto possibilitará uma maior produtividade de basidiomas a um custo menor. E, com relação à comercialização, espera-se que a exportação possa ser novamente viável e retomada, além da possibilidade dos produtores buscarem formas de colocação do produto no mercado interno.

4.2 Fases de Cultivo

Segundo Minhoni et al. (2005), as etapas de cultivo do *A. blazei* são as mesmas adotadas para o cultivo de *A. bisporus* e servem de parâmetro para qualquer tipo de cultivo, tanto experimental quanto comercial; as mesmas também vêm sendo utilizadas em outros Países como: Estados Unidos, Taiwan e China (BRAGA, 1999; OEI, 2003). São elas:

Produção de micélio; Compostagem (Fases I e II); Inoculação do composto; Colonização do composto; Camada de cobertura; Indução de primórdios e Produtividade.

4.3 Camada de cobertura

No cultivo de cogumelos do gênero *Agaricus*, deve-se utilizar a chamada “camada de cobertura”, que consiste na colocação de turfa, terra, composto exaurido e/ou outro material, sobre o composto colonizado. Esta camada vem sendo utilizada desde o século dezanove (CARON, 1987) e tem sido fundamental para a formação e o desenvolvimento de basidiomas; na ausência desta, ocorre uma redução drástica na produção (FERMOR et al., 2000; MINHONI et al., 2005). A dinâmica de suas características físicas, químicas e biológicas tem sido apontada como promotoras da formação e desenvolvimento de basidiomas (NOBLE et al., 2003). A espessura desta camada de cobertura tem sido de 3-5 cm de altura (GÜLSER; PEKSEN, 2003). Na maioria dos países Europeus e nos EUA, turfa de musgo neutralizada com calcário (CaCO_3) é utilizada atualmente, para o cultivo de *A. bisporus*.

Já no Brasil, durante o período de 2005-2006, foi realizado um levantamento para se verificar quais os materiais eram mais frequentemente utilizados como camada de cobertura, para o cultivo de *A. blazei* na região de Piedade/SP. Os materiais mais verificados foram solo (50% dos produtores), solo + carvão (37,5%) e solo + carvão + vermiculita (12,5%). Com relação ao tipo de corretivo aplicado à camada de cobertura, 75% dos fungicultores utilizam carbonato de cálcio, 12,5% calcário calcítico e 12,5% calcário dolomítico, para a correção do pH entre 6,5-7,0 (ANDRADE et al., 2006).

4.3.1 Exemplos de camadas de cobertura

A camada de cobertura mais utilizada para o cultivo do cogumelo *A. blazei* tem sido à base de solo, conforme mencionada anteriormente, adicionada ou não de outros materiais. Este solo tem sido denominado de dois tipos: “terra de barranco” e “terra de superfície”¹.

¹ Dados não publicados. Projeto de Extensão Rural e Pesquisa CNPq / Módulo de Cogumelos: “O Cultivo do Cogumelo *Agaricus blazei* na agricultura familiar e a conseqüente melhoria das condições sócio-econômicas”.

A terra de barranco é retirada à uma profundidade de 1 a 2,5 metros ou mais em relação à superfície do solo, distante de raízes de plantas e de seu efeito rizosférico e, desta forma, possui baixos teores de nutrientes orgânicos e inorgânicos bem como densidade e diversidade de pragas e de microorganismos menores.

Já a terra de superfície, por sua vez, é retirada à profundidade de 0 a 0,3 metros e oferece riscos de: 1 - presença elevada de pragas e de microorganismos contaminantes (competidores e patógenos), os quais podem se desenvolver na camada de cobertura, reduzindo o crescimento do micélio e de basidiomas; 2 - presença elevada de compostos orgânicos e inorgânicos, os quais podem promover a manutenção de um crescimento vegetativo do cogumelo nesta camada de cobertura, atrasando a formação de primórdios (MINHONI et al., 2005).

No Brasil, geralmente, adicionam-se fragmentos de carvão vegetal à terra, com a finalidade de aumentar a aeração e evitar a compactação decorrente da irrigação diária da camada de cobertura. A aplicação de calcário calcítico ou carbonato de cálcio também são práticas utilizadas para elevação do pH, visando a redução da incidência de contaminantes, especialmente fungos do gênero *Trichoderma* sp. (VAN GRIENSVEN, 1988; ANDRADE, et al., 2006).

4.3.2 Funções da camada de cobertura

A camada de cobertura possui inúmeras funções e dentre estas citam-se: - suporte físico, oferecendo um apoio para a formação de primórdios e desenvolvimento de basidiomas; controle da temperatura entre o substrato e o ambiente, evitando o aumento e/ou a queda excessiva da temperatura do substrato, contribuindo assim para a manutenção de um microclima úmido favorável ao desenvolvimento do micélio; retenção de água, evitando o ressecamento do composto, o qual é extremamente sensível ao ar seco e, ao mesmo tempo, disponibilizando esta água para a formação e desenvolvimento de basidiomas; permitir trocas gasosas (O_2 e CO_2); permitir o crescimento de bactérias e de outros grupos de microorganismos benéficos ao cogumelo; fornecimento de micronutrientes, especialmente o ferro; funcionar como barreira contra microorganismos competidores e/ou patogênicos; permitir um estresse no metabolismo do fungo, através da mudança do potencial osmótico elevado do composto para

um nível bem mais baixo na camada de cobertura (NAIR; GOKULAPALAN, 1994; COLAUTO, 1998; GÜLSER; PEKSEN, 2003).

Pardo et al. (2003a) citam que a camada de cobertura proporciona uma variação ambiental indispensável para a mudança fisiológica do micélio, o qual passa do estado vegetativo para o reprodutivo.

4.3.3 Características da camada de cobertura

A camada de cobertura deve ser atóxica, de textura não arenosa e com porosidade que permita a troca de gases, ou seja, deve possuir capacidade adequada de aeração, de retenção de água e, ao mesmo tempo, capacidade para liberá-la sem que ocorra alteração na sua estrutura. Outras condições favoráveis são: índice pH entre 6,5 e 7,5, capacidade de troca catiônica elevada, concentração baixa de sais para minimizar um eventual déficit de água, ausência de material orgânico não decomposto, de magnésio, de doenças, de pragas e de organismos competidores (PARDO et al., 2003a; ZIED et al., 2006b). Por outro lado, a presença de bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Arthrobacter* são essenciais na estimulação e desenvolvimento de cogumelos (NOBLE; DOBROVIN-PENNINGTON, 2005).

4.3.3.1 Características físicas

Há escassez de trabalhos publicados relativos às características físicas, químicas e microbiológicas de camadas de cobertura utilizadas no cultivo de *A. blazei*. Desta forma, as literaturas consultadas foram baseadas no cultivo de *A. bisporus*, como descrito a seguir.

4.3.3.1.1 Interação entre Porosidade e Capacidade de Retenção de Água

Singh et al. (2000) citam a porosidade da camada de cobertura como um requisito fundamental no cultivo de cogumelos, pois reflete a capacidade desta para trocas gasosas, um dos principais fatores que afeta a produção e a qualidade dos cogumelos.

Kurtzman (1995) afirma que a porosidade é uma das características mais importantes da camada de cobertura. Em experimentos com utilização de “turface”, como material principal da camada de cobertura, adicionada ou não de 1% de géis de acrilamida, o autor verificou redução na produção de *A. bisporus* em comparação ao mesmo material sem a adição dos géis. Segundo o autor, este fato foi devido à porosidade baixa dos géis e à sua capacidade elevada de absorção e de retenção de água, dificultando as trocas gasosas.

Ressaltando a importância de uma camada de cobertura bem estruturada, Nair e Hayes (1974) verificaram o efeito positivo da aeração em diferentes misturas de turfas na camada de cobertura. A proporção de 20% de turfa marrom com 80% de turfa preta resultou em maiores produtividades no cultivo de *A. bisporus*, devido a um aumento do número de bactérias benéficas (aeróbias).

GÜLSER e PEKSEN (2003) compararam camadas de cobertura à base de turfa e de resto remanufaturado de chá na região de Rize, Turquia. O uso de turfa resultou em maior produtividade e, segundo os autores, foi decorrente de sua densidade adequada, capacidade menor de retenção de água e presença de nutrientes benéficos, tais como o ferro e o manganês em concentrações elevadas.

Segundo Stamets (1993), a umidade é o fator mais importante da camada de cobertura no cultivo de *A. bisporus*, a qual deve ser mantida em 75%, independentemente do tipo de material utilizado.

4.3.3.1.2 Textura

Segundo Tomé Junior (1997), a textura do solo é definida como a proporção relativa dos diferentes grupos de partículas minerais primárias do solo, quais sejam: areia (com diâmetro de 2,0 a 0,05mm), silte ou limo (0,05 - 0,002mm) e argila (< 0,002mm). A textura deve favorecer o crescimento do micélio, estimular as frutificações e suportar fluxos contínuos dos cogumelos.

A mesma possui importância fundamental nas relações solo-água-atmosfera, interferindo na capacidade de absorção, capacidade de infiltração e de evaporação de água (KLAR, 1991). Contudo solos arenosos são caracterizados por partículas grandes, individuais, intermediadas por espaços largos “macroporos” e, como conseqüências, são

consideradas bem ventiladas, pouco viscosas ou com plasticidade baixa. A sua estrutura é considerada “aberta”, possuindo capacidade baixa de retenção de água e capacidade elevada de liberação desta (STAMETS, 1993).

Por outro lado, os solos argilosos são caracterizados por partículas minúsculas, capacidade de troca catiônica, matéria orgânica e plasticidade elevadas e “bolsas de ar” em menor quantidades. A sua estrutura é considerada “fechada”, possuindo assim uma capacidade elevada de retenção de água, podendo até causar zonas de anaerobiose na camada de cobertura (STAMETS; CHILTON, 1993).

Já as turfas utilizadas como camada de cobertura no cultivo de cogumelos, podem ser de dois tipos, “turfa preta” e “turfa marrom”. A “turfa preta” possui grande proporção de microporos (ar/água em 1:3 v/v) devido ao seu grau de decomposição elevado, são consideradas “densas” e os basidiomas produzidos nesta condição são pouco numerosos, porém, de massa maior. Já a “turfa marrom” é menos decompostas e assim, menos densas, possuindo muitos macroporos (ar/água 1:1 v/v), o que favorece a formação de um número maior de cogumelos, porém, com tamanho reduzido (NOBLE; GAZE, 1995).

4.3.3.2 Características químicas

Substâncias químicas presentes na camada de cobertura podem afetar diretamente a produção de cogumelos, ou seja, os nutrientes podem ser utilizados pelo cogumelo, mas também pela microbiota natural existente na camada de cobertura.

Alguns compostos orgânicos também são citados por influenciar a formação de primórdios. Park e Agnihotri (1969) observaram que compostos orgânicos (biotina) podem influenciar a formação de primórdios. Mais tarde, fitohormônios e/ou metabólitos voláteis (etileno, acetona, etanol, acetato de etila, acetaldehide) também foram identificados, sendo gerados e liberados pelo próprio *A. bisporus* durante o seu crescimento na camada de cobertura. Estes compostos também são citados por influenciar a frutificação (HAYES, 1981; VISSCHER, 1982; KURTZMAN, 1995; PARDO et al., 2002a).

4.3.3.2.1 Macro e micronutrientes

Elementos químicos disponíveis na solução do solo parecem gerar algumas discussões dentro do tema. Kurtzman (1995), no início de suas pesquisas com uso de materiais de texturas diferentes como camada de cobertura no cultivo de cogumelos, verificou que o intercâmbio iônico era de pouca importância, pois não influenciava a produtividade. Mas, posteriormente Kurtzman (1996) depura seus conceitos, relatando que trocadores iônicos do tipo “Resinas Dowex 50x2 e 1x8” (catiônicos e aniônicos), adicionados na camada de cobertura, contribuíam para aumentar os íons carbonato e bicarbonato solúveis, aumentando significativamente a produção.

Outro dado importante foi relatado por Günsel e Peksen (2003), os quais não recomendam, no cultivo de *A. bisporus*, a utilização de camada de cobertura com elevado teor de magnésio e potássio, devido ao efeito salino elevado, o que retarda e reduz a produtividade. Teores elevados de carbono e nitrogênio também reduzem a produtividade. No cultivo de *A. bisporus*, os níveis adequados de N e de C da camada de cobertura, no momento da adição desta, situam-se entre 0,7-0,8% e 18-20% respectivamente, resultando em relação C/N de 21/1.

4.3.3.2.2 Potencial osmótico versus Condutividade elétrica

Determinados nutrientes, tais como o potássio e o sódio, afetam diretamente o potencial osmótico e a condutividade elétrica, interferindo na capacidade e na velocidade do cogumelo em absorver água do composto e da camada de cobertura. Kalberer (1987), relata que o potencial osmótico aumenta em 370% no momento da adição da camada de cobertura até depois do segundo fluxo de colheita. Já Flegg (1963) ressalta que na etapa de desenvolvimento dos primórdios de *A. bisporus* as concentrações de sais devem ser baixas, até o momento que estes atinjam 1 a 2 cm de diâmetro.

Pardo et al. (2003b) relataram que condutividade elétrica elevada na camada de cobertura ($549 \mu\text{S cm}^{-1}$) inibe a produção de cogumelos em relação à condutividade baixa ($97 \mu\text{S cm}^{-1}$). A turfa de musgo, que é a camada de cobertura mais utilizada na Europa, tem geralmente uma condutividade de apenas $57 \mu\text{S cm}^{-1}$ (OEI, 2003).

Camadas de cobertura com condutividade elétrica baixa podem ser acrescidas de um pouco de sal, com a finalidade de elevar este valor. Materiais utilizados na camada de cobertura devem possuir condutividade elétrica entre 50-100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (OEI, 2003).

4.3.3.3 Características microbiológicas

Muitos estudos já foram desenvolvidos a respeito da influência de bactérias benéficas na formação de primórdios de *A. bisporus*. Han (1999) relatou que a adição de bactéria fotossintética *Rhodopseudomonas palustris* na quantidade de $3,3 \times 10^9$ MPN^a/ml junto à água de irrigação da camada de cobertura, resultou em ganhos na produtividade da ordem de 39,53%.

A existência de uma microbiota natural na camada de cobertura é indispensável, tanto que Fermor et al. (2000), ao trabalharem com turfa preta esterilizada como camada de cobertura, encontraram reduções significativas na produção de primórdios. Stamets (1993) afirma que uma camada de cobertura esterilizada possui pouca resistência a organismos adversos, devido à redução na quantidade de microrganismos benéficos. EGER (1961, 1962 e 1963) relata que os microrganismos são um estímulo para a frutificação e determinadas bactérias exercem um papel importante entre o crescimento do *A. bisporus* e os demais microrganismos presentes na camada de cobertura.

Curto e Favelli (1972), trabalhando com cultivos de *A. bisporus*, observaram que determinados microrganismos (não identificados) traziam um aumento na densidade do micélio, na precocidade e na produtividade dos basidiomas.

Bactérias do gênero *Pseudomonas* vêm sendo freqüentemente relacionadas como benéficas à formação de primórdios de *A. bisporus* (HAYES et al., 1969; PARDO et al., 2002c). Estas bactérias encontram-se naturalmente nas camadas de cobertura à base de terras e turfa, aderidas ao micélio do fungo.

No cultivo de *A. bisporus*, trabalhos importantes foram realizados comprovando que estas bactérias removem cristais de oxalato de cálcio depositados pelo fungo (MILLER et al., 1995). Esses autores evidenciaram a presença da espécie *Pseudomonas fluorescens* na camada de cobertura à base de “turfa”, correspondendo a 14 a 41% do total de bactérias. Ademais, estas bactérias reproduzem-se rapidamente nos primeiros 14 dias após a

adição da camada de cobertura até o primeiro fluxo de colheita, a partir daí o crescimento estabiliza-se.

Oei (2003) observou que o crescimento do micélio de *A. bisporus* produz metabólitos voláteis auto-inibidores tais como acetona, acetaldeído, etileno e acetato de etila. O autor relata que bactérias do gênero *Pseudomonas* possuem capacidade de remover estes metabólitos, permitindo assim a frutificação do fungo.

Por outro lado, Noble et al. (2003), trabalhando com diferentes camadas de cobertura no cultivo de *A. bisporus*, não encontraram correlação entre número de primórdios e número total ($15 \text{ UFC}^2 \text{ g}^{-1}$) de bactérias *Pseudomonas* no final do cultivo. Na camada de cobertura à base de turfa, 38% do total da comunidade bacteriana correspondeu à *Pseudomonas*, sendo que destas 13% era *Pseudomonas putida*. Nos outros materiais como Zeólito, lignita, carvão vegetal ativado, carvão vegetal e casca de árvores triturada verificou-se população de *Pseudomonas* estimada em 18-62% e nestas, também foi observada a espécie *P. putida*. Já na fibra de coco e na vermiculita, não foi encontrada a bactéria *Pseudomonas*, utilizando-se o meio de cultura PIA.

4.3.4 Manejo da camada de cobertura

Após a total colonização do substrato e previamente à adição da camada de cobertura, recomenda-se um nivelamento no composto para não ocorrer desigualdade na espessura da camada de cobertura após sua adição sobre o composto. Esta desigualdade é indesejável devido a dois fatores: - ocorrência de regiões menos espessas da camada de cobertura, as quais podem ser facilmente encharcadas pela irrigação, prejudicando o crescimento do micélio e a formação de basidiomas, – a colonização da camada de cobertura torna-se desuniforme, resultando em produções irregulares (STAMETS, 1993).

4.3.4.1 Desinfestação

Segundo Eira (2003), a camada de cobertura deve estar livre de microrganismos competidores e de doenças, bem como de pragas tais como nematóides, insetos e outros. Caso o material utilizado não se adeque às essas condições, este deve passar

por um processo de desinfestação químico (fumigação com formoldeído) ou físico (calor úmido a 60-62 °C, por seis horas, ou seja, a pasteurização).

O tratamento químico é feito através da irrigação da camada de cobertura com formol, na dose de 10 a 20 litros por metro cúbico de material a ser utilizado (solo, turfa, etc.); em seguida, cobre-se o material com lona de plástico preta, durante aproximadamente quatro dias (Minhoni et al., 2005).

O tratamento físico por pasteurização tem sido feito da seguinte forma: a. umedecimento inicial do material, até um nível em que não ocorra liberação de água por pressão manual, ou seja, cerca de 55-65% de umidade. Esta umidade facilita a penetração e a ação do calor; b. pasteurização a 62°C por oito horas (EIRA, 2003).

Minhoni et al. (2006), trabalhando com desinfestação da camada de cobertura, não encontrou diferença significativa na produtividade (nível de 0,5%, pelo teste Tukey) entre camada de cobertura desinfestada por fumigação com formoldeído, pasteurização por calor úmido e camada de cobertura sem desinfestação (controle). Os autores inferem que o resultado obtido foi devido ao fato do solo ter sido retirado à uma profundidade de 1,5-2,0 metros, com comunidade microbiana e pragas reduzidas.

Conforme mencionado no item 4.3.3.3., não se sabe se as características microbiológicas e consequentemente a comunidade existente na camada de cobertura realmente apresentam algum efeito protetor na camada de cobertura. Portanto há dúvida se ela deve ser eliminada ou não. Estas são algumas questões que esta Dissertação procurou esclarecer, dentro do cultivo de *A. blazei*.

4.3.4.2 Correção da acidez

A adição de calcário calcítico objetiva a correção do pH do solo para 6,8-7,5. Esta prática deve ser feita pelo menos 20 dias antes da utilização da camada de cobertura (MINHONI et al., 2005).

O método utilizado para a correção da acidez da camada de cobertura ainda não está coerentemente estabelecida pelos fungicultores, sendo que 62,5% destes fazem à correção do pH com base em análises laboratoriais e 37,5% declaram não utilizar nenhum método para determinação do pH (ANDRADE et al., 2006).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), localizada na Fazenda Experimental Lageado – Campus de Botucatu/SP, Departamento de Produção Vegetal (Defesa Fitossanitária), Área de Microbiologia Agrícola – Módulo de Cogumelos.

5.1.1 Inóculo de *A. blazei*

A linhagem de *A. blazei* utilizada no presente experimento foi a ABL 04/49, conservada no Banco de Matrizes do Módulo de Cogumelos. Esta linhagem é originária de Mogi das Cruzes / SP, e foi reisolada de basidioma proveniente de cultivo comercial em São José do Rio Preto / SP.

5.1.1.1 Seleção do basidioma

A produção do inóculo (micélio ou “spawn”) de *A. blazei* foi realizada através da propagação vegetativa e/ou reprodução assexuada (clonagem do cogumelo). Para tanto, coletaram-se basidiomas sadios e com as características desejadas (tamanho, aspecto sanitário, temperatura e umidade de crescimento, adaptação com o tipo de substrato e camada de cobertura utilizados, etc.) e retirou-se aproximadamente 2 cm da parte inferior do estípite

(corte horizontal) para descarte (Figura 1). A linha amarela pontilhada na Figura 1, demonstra o local em que foi realizado o corte.



Figura 1. Exemplo de basidioma sadio coletado para a produção de inóculo (linha amarela tracejada, indica o local do corte para eliminação de resíduos da camada de cobertura).

5.1.1.2 Preparo do meio de cultura

O meio de cultura utilizado para a produção de matrizes primária e secundária foi o meio à base de composto-agar (CA). Inicialmente, o composto foi coletado ao final da fase II de compostagem, ou seja, previamente à inoculação, e desidratado a 42°C por 28 horas. Após a desidratação, ferveu-se 60 gramas de composto em 700 ml de água destilada por aproximadamente 15 minutos; em seguida, a solução foi filtrada em algodão e adicionada de água destilada para a obtenção de 1 litro (1000 ml) de solução. Transferiu-se a solução para frascos de vidro tipo DURAN e autoclavou-se por 30 minutos a 121°C. Após 24 horas, foi adicionado 15 gramas de ágar e procedeu-se uma segunda autoclavagem por 30 minutos a 121°C, com a finalidade de eliminar esporos que ainda pudessem estar presentes na solução. Após o resfriamento e dentro de câmara de fluxo laminar, verteu-se o meio de cultura em placas de Petri.

5.1.2 Produção de matriz primária

Em câmara de fluxo laminar, partiu-se manualmente o cogumelo ao meio e, com auxílio de uma pinça, retirou-se um fragmento do pseudotecido interno do mesmo e transferiu-se para o centro de placas contendo o meio CA. Todas as etapas de produção de inóculo foram conduzidas em laboratório sob condições assépticas, com instrumentos sempre

flambados. Nestas operações, cuidados foram tomados, para se evitar tocar no interior do basidioma com as mãos e também não retirar fragmentos muito próximo as lamelas, evitando-se assim a presença de esporos do fungo.

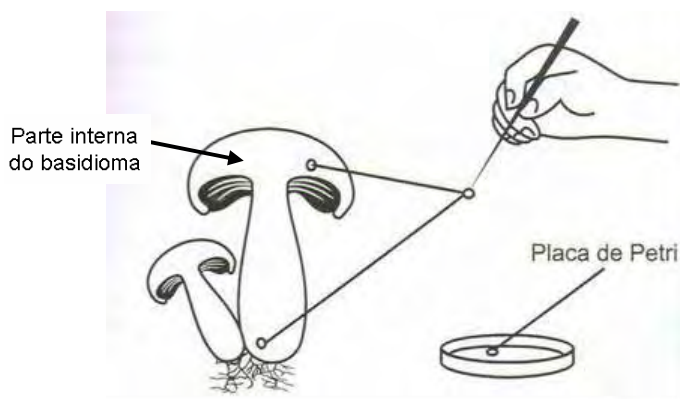


Figura 2. Produção de matriz primária (adaptado de Stamets, 1993).

Após a inoculação das placas, estas foram identificadas, envolvidas com filme plástico e incubadas no escuro a 28°C, em estufa tipo BOD por aproximadamente oito dias.

5.1.3 Produção de matriz secundária

Após oito dias, a matriz primária encontrava-se totalmente desenvolvida. Com auxílio de um vazador de cobre, foram realizados 10 furos na matriz primária (na borda da colônia – região onde o micélio se encontra em pleno crescimento vegetativo). Com auxílio de uma alça em L transferiu-se um disco ou anel da matriz primária para outras placas de Petri.

Após a inoculação, as placas foram identificadas como matriz secundária, envolvidas com filme plástico e incubadas no escuro a 28°C, em estufa tipo BOD por aproximadamente oito dias.

5.1.4 Produção de matriz terciária

O substrato utilizado para a produção da matriz terciária foi à base de grãos de tritcale, *Triticum secale* (cruzamento do trigo, *Triticum aestivum* e Centeio, *Secale cereale*), provenientes da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção, FCA/UNESP, Botucatu/SP.

Os grãos foram cozidos por 40 minutos em água sob fervura. Após, deixou-se em repouso por 40 minutos para escoamento do excesso de água. A seguir, adicionou-se 20 g kg⁻¹ de calcário calcítico e 160 g kg⁻¹ de gesso de construção (secagem lenta) em relação ao peso úmido dos grãos cozidos. A homogeneização foi feita em betoneira de construção (capacidade 420 L).

Em seguida, transferiu-se 250 g de substrato para frascos de vidro transparente (tipo conserva, 800 mL), ocupando cerca de 2/3 do volume do mesmo. Colocou-se um disco de papel de filtro sob a tampa metálica do frasco, para se permitir aeração, sem riscos de contaminações após esterilização do substrato. Preparou-se também, um frasco sem substrato para iniciação do processo seqüencial de inoculação da matriz terciária. A esterilização foi feita através do calor úmido, ou seja, autoclavagem a 121°C, durante três horas.

Para a inoculação dos frascos, inicialmente dividiu-se a matriz secundária já colonizada em 8 fragmentos de tamanhos iguais, forma triangular. Um pedaço foi transferido para frasco vazio esterilizado; em seguida, verteu-se o substrato, à base de triticales, de um frasco sobre este inóculo (fragmento da matriz secundária). Os frascos foram fechados (não hermeticamente), identificados e incubados no escuro a 28°C por 12 dias (Figura 3).



Figura 3. A: matriz secundária dividida em 8 pedaços; B: Matriz terciária (frascos tipo azeitona contendo o substrato a base de grãos de triticales), à esquerda a matriz com 50% do micélio corrido e à direita matriz terciária totalmente colonizada, pronta para ser utilizada na produção do inóculo.

5.1.5 Produção de inóculo, micélio, spawn ou “semente”

O substrato utilizado para a produção do inóculo é o mesmo utilizado para a produção da matriz terciária (grãos de triticales); a única diferença é que os grãos são

acomodados em sacos plásticos de polietileno de alta densidade (PEAD). Inicialmente, a embalagem (tipo “manga” ou saco vazado) recebe, na sua borda superior, um segmento de manta Tyvek[®], a qual é fixada à quente. A seguir, cada saco recebeu 1,2 kg de substrato e na parte inferior (baixo) do saco “vazado” procedeu-se outra selagem a quente. O Tyvek[®] funciona como um filtro, possui a função de permitir as trocas decorrentes da respiração do fungo (trata-se de um material poroso onde ocorrem trocas gasosas e não ocorre a passagem de água e nem de esporos de outros fungos que possam causar contaminação).

A seguir, o substrato foi esterilizado por 4 horas a 121°C e em seguida, foi inoculado com porções de matriz terciária (± 6 gramas). Os sacos plásticos foram selados e incubados por 18 dias a 28°C, até a total colonização do substrato pelo micélio fúngico.

5.2 Composto e compostagem

5.2.1 Fase I

Toda a Fase I do processo de compostagem foi realizada em barracão coberto, com piso de concretado e laterais abertas. Os materiais utilizados para a produção do composto, suas respectivas quantidades e relação C/N estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Formulação utilizada para a produção de *A. blazei*.

Materiais	Peso seco -----	Teor de N kg	Teor de C -----	Relação C/N
Bagaço de cana-de-açúcar	887	3,37	488,35	144,9/1
Coast-Cross	649	10,45	333,22	31,9/1
Farelo de soja	74	5,15	33,12	6,4/1
Uréia	10	4,50	2,70	0,6/1
Calcário calcítico	40	-	-	-
Gesso	20	-	-	-
Total	1680	23,47	857,39	
RELAÇÃO C/N INICIAL (FASE I)				36,5/1
RELAÇÃO C/N FINAL (FASE II)				23,7/1

A relação C/N inicial do substrato foi de 36,5/1, conforme recomendado por Kopytowski Filho (2002). Previamente à montagem da leira, ou seja, no início da Fase I e ao final da Fase II de compostagem, foram coletadas amostras dos materiais utilizados para a formação do composto (Fase I) e/ou do composto propriamente dito (Fase II), para determinação dos teores de carbono, nitrogênio e relação C/N. As análises foram feitas no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos, FCA/UNESP.

Inicialmente, foi realizado um pré-umedecimento do capim (*Coast-Cross*, *Cynodon dactylon*) durante seis dias, com uma revirada (revolvimento) no 4º dia. No 7º dia, fez-se a segunda revirada e, ao mesmo tempo, foi adicionado o bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e água até que o composto atingisse 75% de umidade. No 10º dia foram adicionados os materiais concentrados (uréia, farelo de soja e calcário calcítico) e água juntamente com a terceira revirada.

Depois de dois dias, o composto foi novamente revirado (13º dia após a montagem da leira) e adicionou-se água. No 15º dia adicionou-se água e gesso; o gesso foi aplicado com a finalidade de aumentar a aeração do composto.

A Tabela 2 apresenta os procedimentos adotados no preparo e manejo do composto na Fase I de compostagem, a qual durou 20 dias.

Tabela 2. Procedimentos adotados durante a Fase I de compostagem.

Dias	Procedimento
01	Umedecimento do capim.
04	1º Revirada do capim e adição de água.
07	2º Revirada do capim e adição de água e bagaço de cana-de-açúcar.
10	3º Revirada e adição de água e dos materiais concentrados.
13	4º Revirada e adição de água.
15	5º Revirada e adição de água e gesso.
17	Última revirada e adição de água.
20	Acomodação do composto em caixas plásticas treliçadas, para pasteurização e condicionamento.
OBS: Todos os dias adicionava-se água, visando manter o composto com 75% de umidade.	

A sexta e última revirada foi realizada no 17º dia, visando a máxima homogeneização, a renovação de O₂ e adequação da umidade do composto em torno de 75%. Após três dias, o composto foi transferido para caixas plásticas treliçadas e encaminhado à câmara climatizada Dalsem Mushrooms para início da Fase II de compostagem. A Figura 4 apresenta alguns procedimentos adotados para a produção do composto (Fase I).



Figura 4. A: Pré-umedecimento do capim; B: revirada do composto e C: composto dentro de caixas plásticas treliçadas, pronto para o início da Fase II de compostagem.

5.2.2 Fase II

Na fase II, o composto foi disposto em caixas de polietileno treliçadas (20 kg, massa média de composto por caixa) e, a seguir, estas foram colocadas ao acaso, no interior de câmara Dalsem, para a pasteurização e condicionamento. A pasteurização foi realizada à temperatura de $59 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 horas (visando à eliminação de insetos, larvas, nematóides e qualquer outro organismo que possa contaminar o substrato) e a seguir, o condicionamento a $47 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias (condicionamento físico, químico e microbiológico).

Em todos os momentos que as caixas foram dispostas na câmara climatizada (fase II de compostagem, corrida do micélio e desinfestação da camada de cobertura), sensores foram introduzidos no composto para o monitoramento e controle da temperatura; as demais variáveis eram controladas com sensores ao longo da câmara.

5.3 Inoculação e corrida do micélio

Após o condicionamento, as caixas contendo composto foram retiradas da câmara climatizada e o composto foi transferido para um segundo conjunto de caixas. Estas

ultimas foram previamente revestidas na sua face interna, com filme plástico. Adicionou-se o composto, em camadas alternadas com inóculo de *A. blazei*; cada caixa recebeu 12 kg de composto fresco e inóculo na dose de $1,2 \text{ g kg}^{-1}$ de massa fresca de composto. Após a inoculação, a superfície superior do composto foi revestida com o filme plástico, evitando-se assim o ressecamento do mesmo e possíveis contaminações advindas de esporos presentes no ar (Figura 5). As caixas foram acomodadas, ao acaso, em estruturas metálicas de três andares de altura, as quais foram colocadas, também ao acaso, no interior da câmara climatizada (Dalsem Mushrooms), para a incubação a $28 \pm 1^\circ\text{C}$ (temperatura do composto), por 15 dias.

Todo o processo de inoculação foi realizado em local limpo, adotando-se álcool 70% para diminuir a incidência de contaminação ao longo do processo de inoculação e subsequente colonização do substrato (“corrida do micélio”). Procedimentos rigorosos de higiene para os operadores e utensílios utilizados na inoculação foram constantes durante o processo de inoculação.



Figura 5. Caixas contendo 12 kg de composto já inoculado, acomodadas em estruturas metálicas e envolvidas com filme plástico.

5.4 Camadas de cobertura

As camadas de cobertura foram preparadas com Solo Litólico e Latossolo Vermelho, conforme a seguir.

5.4.1 Solos

Os solos utilizados para o preparo da camada de cobertura foram um Solo Litólico, substrato basalto e um Latossolo Vermelho Escuro álico (CARVALHO, 1983), coletados em duas profundidades, 0,2 e 2,0 m abaixo da superfície (denominados de terra de superfície e de barranco, respectivamente), na Faculdade de Ciências Agronômica (Figura 6).

Porem, se estes mesmos solos fossem classificados segundo Embrapa (2006), ultima classificação de solos brasileira; os mesmos seriam denominados de Neosolo Litólico, Distróficos isto para o Solo Litólico, substrato basalto e Latossolo Vermelho, Aluninoférricos isto para o Latossolo Vermelho Escuro álico. Contudo as siglas utilizadas neste trabalho (LVEA e SLSB), referem-se à classificação apresentada por Carvalho (1983).

O Solo Litólico foi coletado atrás do terreiro de café (22°50'39"S, 48°25'31"W e altitude de 759 metros) e o Latossolo Vermelho, coletado ao lado da patrulha (22°51'23"S, 48°26'05"W e altitude de 780 metros). As características químicas das amostras destes solos estão descritas na Tabela 3.

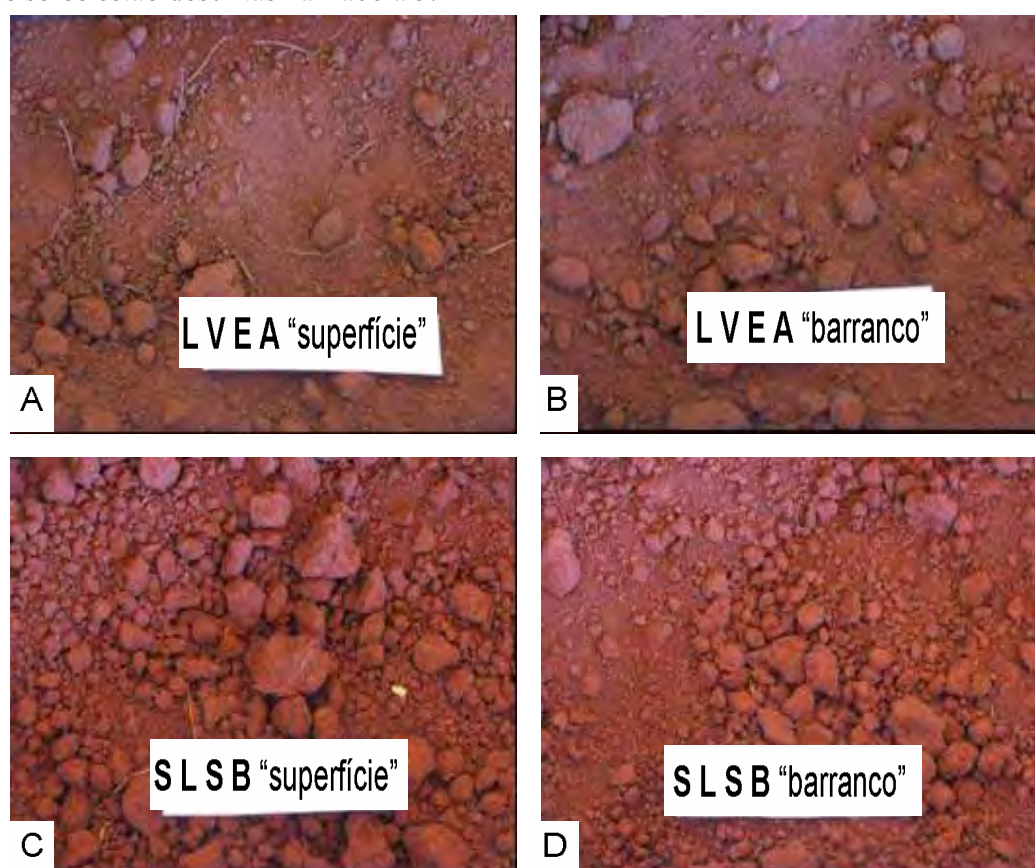


Figura 6. A: Latossolo Vermelho Escuro álico, superfície, B: Latossolo Vermelho Escuro álico, barranco, C: Solo Litólico, substrato basalto, superfície e D: Solo Litólico, substrato basalto, barranco.

Tabela 3. Análise química dos solos utilizados para o experimento.

Solos ¹	CaCl pH	M.O. g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	H+Al —————	K —————	Ca mol _c dm ⁻³	Mg —————	SB —————	CTC —————	V %	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	Fe ppm
LVEA 0,2	3,96	21,42	1,08	84,97	2,50	2,99	0,62	6,11	91,08	6,67	0,82	0,80	0,29	32,27
LVEA 2,0	3,96	15,83	2,15	62,08	0,63	2,99	0,41	4,04	66,12	6,11	0,56	0,18	0,23	18,15
SLSB 0,2	4,51	21,03	0,41	43,33	5,27	16,27	7,75	29,29	72,62	43,04	6,03	21,45	1,11	12,32
SLSB 2,0	4,20	15,76	27,05	80,04	1,38	9,30	3,22	13,91	93,95	14,85	1,67	3,61	0,34	8,00

⁽¹⁾ Solos: LVEA 0,2 (Latossolo Vermelho Escuro álico, superfície), LVEA 2,0 (Latossolo Vermelho Escuro álico, barranco), SLSB 0,2 (Solo Litólico, substrato basalto, superfície) e SLSB 2,0 (Solo Litólico, substrato basalto, barranco).

5.4.2 Correção do pH

Após a coleta dos solos, nas duas profundidades, fez-se a correção do pH dos mesmos, baseada na análise química destes (Tabela 3) e na análise do calcário calcítico a ser utilizado (Tabela 4). Para tanto, adotou-se o método de Saturação por Bases, utilizando-se a seguinte fórmula: $NC = CTC (V_2 - V_1) / 10 \times PRNT$, onde:

NC = necessidade de calcário, em toneladas por ha

CTC = capacidade de troca catiônica da amostra, expresso em mmol_cdm⁻³

V₁% = saturação por base obtida na análise de solo

V₂% = 80% (saturação por base necessária para se alcançar o pH desejado, ou seja, 6,0 a 6,8).

Tabela 4. Análise do calcário utilizado na camada de cobertura.

CaO	MgO	P10 ⁽¹⁾	P 20 ⁽¹⁾	P50 ⁽¹⁾	F ⁽²⁾	RE ⁽³⁾	PN ⁽⁴⁾	PRNT ⁽⁵⁾
-----g kg ⁻¹ -----					%			
560	15	0,07	36,24	35,15	28,54	56,88	101,00	57,45

⁽¹⁾ P10, 20 e 50: peneira de 10, 20 e 50 mesh, respectivamente.

⁽²⁾ F: fundo (partículas menores que 50 mesh).

⁽³⁾ RE: reatividade.

⁽⁴⁾ PN: poder de neutralização.

⁽⁵⁾ PRNT: poder relativo de neutralização.

EXEMPLO: PARA O SOLO LITÓLICO, COLETADO A 2 M DA SUPERFÍCIE:

$$NC = CTC (V_2 - V_1) / 10 \times PRNT$$

$$NC = 93,9 (80-14) / 10 \times 57,45$$

$$NC = 10,78 \text{ ton ha}^{-1}$$

Depois de calculada a necessidade de calagem, a correção foi feita com base no volume de solo a ser utilizado e considerando-se os primeiros 20 centímetros do mesmo “2.000.000 kg de terra” (MINHONI et al., 2005). Assim, no presente experimento, utilizou-se 770 kg de cada solo, para cada profundidade. Desta forma, tem-se, por exemplo, para o solo Litólico coletado a 2,0 m de profundidade, o seguinte cálculo:

$$10,78 \text{ } 10^3 \text{ kg de calcário} \text{ ----- } 2000 \text{ } 10^3 \text{ kg de terra}$$

$$x \text{ ----- } 770 \text{ kg de terra}$$

$$x = 4,15 \text{ kg de calcário calcítico (} 0,77 \text{ m}^3 \text{ de terra)}^{-1}$$

Depois de todos os cálculos, adicionou-se manualmente o calcário calcítico e, com auxílio de uma enxada, procedeu-se a mistura e a homogeneização.

5.4.3 Delineamento experimental

Após correção do pH dos solos, se estabeleceram os tratamentos experimentais, utilizando as combinações destes dois solos (Solo Litólico, substrato basalto e Latossolo Vermelho Escuro álico) de maneira proporcional a se obter 5 combinações diferentes. Contudo os solos foram coletados em duas profundidades, ou seja, “terra de superfície” coletada a 0,2 m de profundidade e “terra de barranco” coletada a 2,0 m de profundidades, gerando assim 10 tratamentos, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5: Combinações de solos realizados para obtenção dos tratamentos.

Tratamentos	Camadas de cobertura
1	100% SLSB ¹ 2,0 m – SOLO 1 / BARRANCO.
2	75% SLSB 2,0 m + 25% LVEA ² 2,0 m – SOLO 2 / BARRANCO.
3	50% SLSB 2,0 m + 50% LVEA 2,0 m – SOLO 3 / BARRANCO.
4	25% SLSB 2,0 m + 75% LVEA 2,0 m – SOLO 4 / BARRANCO.
5	100% LVEA 2,0 m – SOLO 5 / BARRANCO.
6	100% SLSB 0,2 m – SOLO 1 / SUPERFÍCIE.
7	75% SLSB 0,2 m + 25% LVEA 0,2 m – SOLO 2 / SUPERFÍCIE.
8	50% SLSB 0,2 m + 50% LVEA 0,2 m – SOLO 3 / SUPERFÍCIE.
9	25% SLSB 0,2 m + 75% LVEA 0,2 m – SOLO 4 / SUPERFÍCIE.
10	100% LVEA 0,2 m – SOLO 5 / SUPERFÍCIE.

¹ SLSB: Solo Litólico, substrato basalto.

² LVEA: Latossolo Vermelho Escuro álico.

O delineamento foi em esquema fatorial 5 x 2 (cinco combinações de camada de cobertura e duas profundidade de coletas das amostras de solo) com 8 repetições por tratamento.

5.4.4 Adição de carvão vegetal

Após o estabelecimento dos tratamentos conforme a Tabela 5, as camadas de cobertura foram adicionadas de 25% de carvão vegetal (partículas entre 0,5 – 2,5 cm de comprimento). O procedimento foi realizado em barracão coberto, em piso concretado e, após a homogeneização, foi adicionado água até que as camadas de cobertura atingissem cerca de $35 \pm 5\%$ de umidade. Ressalta-se que a correção do pH e a adição do carvão vegetal, foram realizados 25 dias antes da adição das camadas de cobertura sobre o composto colonizado.

5.4.5 Desinfestação

Quatro dias antes da sobreposição das camadas de cobertura no composto colonizado, as mesmas foram colocadas em caixas de polietileno medindo 47 x 33 x

26cm (comprimento, largura e altura) e submetidas ao processo de pasteurização a 62°C por 6 horas, em câmara controlada Dalsem Mushroom.

5.4.6 Adição das camadas de cobertura

Com o composto totalmente colonizado (após 15 dias de incubação), as camadas de coberturas foram adicionadas sobre o mesmo até que a altura destas atingisse 5 cm. Para tanto, foram adicionados 12,5 litros de camada de cobertura por caixa (Figura 7).

Os compostos, já sobreposto com as camadas de cobertura, foram novamente envolvidos com o filme plástico e conduzidas a dois ambientes diferentes: Câmara climatizada e Estufa rústica. Depois de sete dias de incubação (para colonização da camada de cobertura), o filme plástico foi cortado na altura da camada de cobertura (Figura 7).

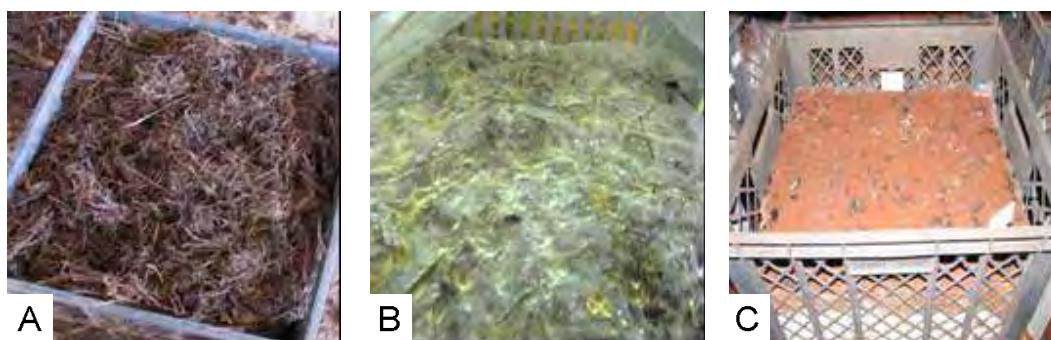


Figura 7. A: Caixa com o composto recém inoculado; B: composto após 15 dias de inoculação e C: detalhe da camada de cobertura sobreposta (5 cm de espessura) ao composto colonizado, com o filme plástico já cortado.

5.5 Ambientes de cultivos

O experimento utilizando 5 combinações de solos, coletados em 2 profundidades (10 tratamentos), foi conduzido em dois ambientes diferentes: Câmara Climatizada, estas chamadas de “Dalsem Mushrooms” e Estufa Rústica (ambiente semi-controlado).

5.5.1 Câmara Climatizada (Dalsem Mushrooms)

Metade das caixas do total do experimento, contendo 12 kg de composto + 5 cm de camada de cobertura foram colocadas ao acaso dentro da câmara climatizada, onde permaneceram por 7 dias a uma temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (composto) e umidade relativa de 70 a 92%, até o corte do filme plástico na superfície da camada de cobertura (conforme Figura 7C).

A câmara climatizada era isolada termicamente e possuía o formato de um “container”. Todas as variáveis (ventilação, temperatura, umidade relativa e reciclagem de ar) envolvidas no sistema de produção, foram controlados e registradas automaticamente com equipamentos importados (softers) durante todo o período de cultivo.

Na Figura 8 (c), observa-se a parte interna da câmara climatizada com as prateleiras e caixas, e também o programa responsável pelo controle de todo o sistema (b).

Os choques e indução de primórdios no ambiente controlado foram programados em consequência de um manejo da temperatura, umidade relativa do ar, ventilação e reciclagem de ar conforme pode ser observado na Figura 16 e 17. Este sistema oferecia esta tecnologia, contudo as colheitas foram programadas e os fluxos duraram em média 4 a 5 dias.

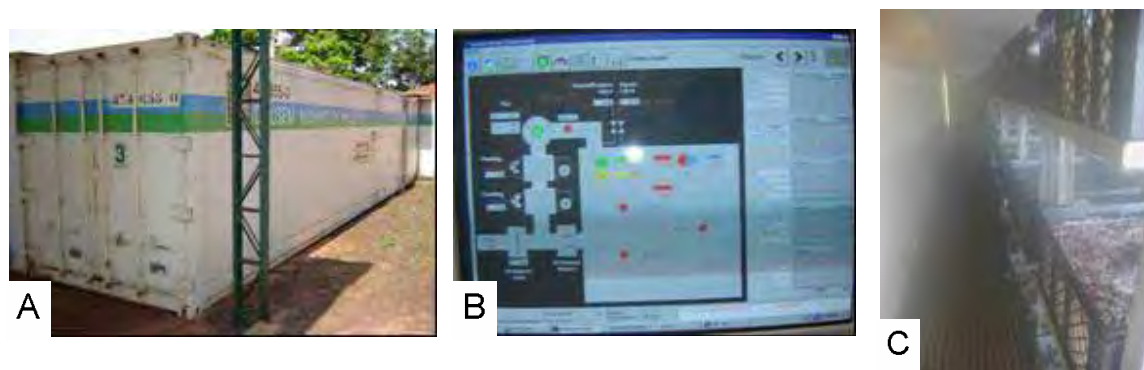


Figura 8. A: Visão externa da câmara climatizada; B: software responsável pelo registro e comando das variáveis dentro das câmaras; C: visão interna das câmaras: em cima à esquerda tem-se o duto responsável pela distribuição do ar, umidade, calor etc. e à direita, as prateleiras metálicas contendo três andares, onde as caixas foram dispostas.

5.5.2 Estufa Rústica (Ambiente semi-controlado)

No mesmo dia em que metade das caixas foram colocadas ao acaso dentro da câmara climatizada, a outra metade foi disposta ao acaso na estufa rústica, ou seja, no

outro ambiente de cultivo. As caixas permaneceram por 7 dias a uma temperatura de $27 \pm 8^{\circ}\text{C}$ (composto) e umidade relativa de 25 a 100%, até o corte do filme plástico sobreposto sobre a camada de cobertura (Figura 20).

A estufa rústica possuía controle parcial das variáveis. A umidade foi manejada através de microaspersores, a temperatura através de microaspersores e manejo das cortinas laterais e a aeração também foi controlada através das cortinas laterais. As variáveis ambientais (temperatura do composto, temperatura do ambiente e umidade relativa) foram registradas através de um termohigrometro.

Na estufa rústica, os choques de indução de primórdios ocorriam naturalmente, ou seja, devidos aos fatores climáticos do dia ou da semana. O manejo das variáveis deste ambiente não permitiu a programação dos fluxos de colheita. Na Figura 21 isto se torna bem visível, sendo que quase todos os dias durante o ciclo de produção, ocorreu alguma colheita.

Na Figura 9, observa-se à face externa da estufa rústica, com as cortinas fechadas (a abertura e o fechamento das cortinas laterais eram manuais), piso à base de brita e filme plástico leitoso 100 (micras). Também pode ser observado os detalhes do cultivo dentro da estufa: os dois conjuntos de prateleiras metálicas em forma de linha, ambas com três andares de altura e as caixas plásticas acomodadas ao acaso.

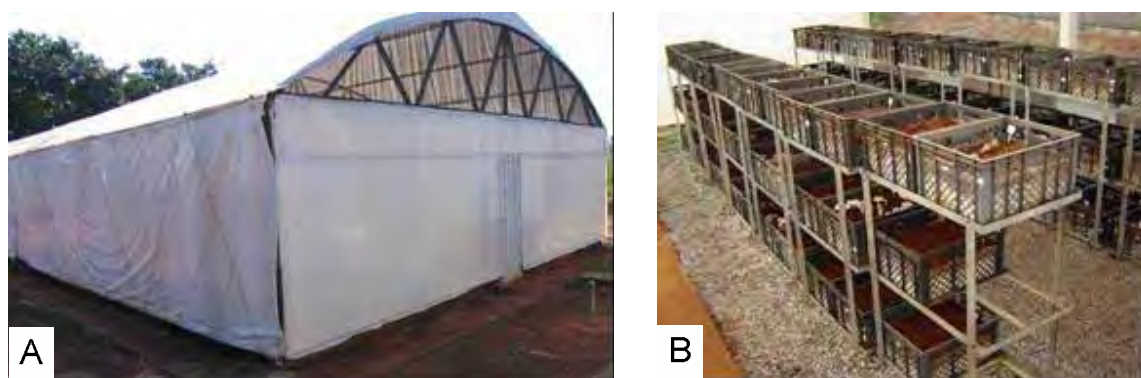


Figura 9. À esquerda: face externa da estufa rústica utilizada no experimento (A); e à direita, interior da estufa, com as estruturas metálicas dispostas em linha (B).

5.6 Colheita dos basidiomas

A colheita foi realizada manualmente, seguida de uma pré-limpeza dos basidiomas através de raspagem da base do estípite, para se retirar resíduos de material da camada de cobertura. Em seguida, os cogumelos eram colocados em saco plástico, com a identificação da caixa de onde foram colhidos; após os mesmos foram pesados e contados para avaliação de produção, produtividade, eficiência biológica, precocidade, massa e número de basidiomas

5.7 Fluxograma do período de experimentação

O período total de experimentação foi de 187 dias, envolvendo as seguintes etapas de produção: produção de inóculo, composto e compostagem, inoculação e corrida do micélio, preparo das camadas de cobertura e produção (120 dias de cultivo), conforme descrito na Figura 10.

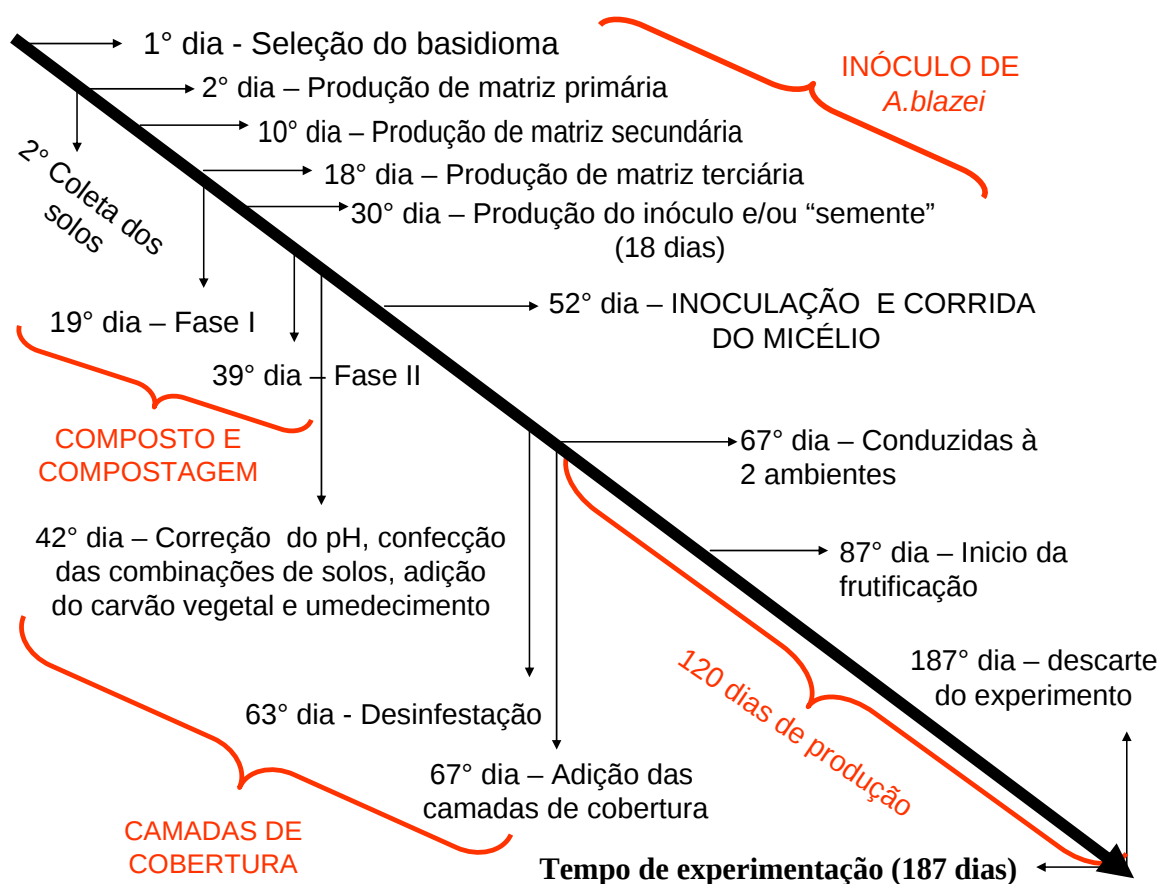


Figura 10: Descrição das atividades realizadas ao longo dos 187 dias de experimentação.

5.8 Variáveis analisadas

5.8.1 Relativas à produção de basidiomas

5.8.1.1 Produção

A avaliação da produção foi realizada apenas com a pesagem dos basidiomas colhidos por caixa, através da seguinte fórmula:

$$P = \frac{r1 + r2 + r3 + r4 + r5 + r6 + r7 + r8}{8} \quad (\text{kg})$$

Onde: r1 a r8 representam o peso da massa fresca de cogumelos colhidos nas oito repetições de cada tratamento.

5.8.1.2 Produtividade (base úmida)

A produtividade (Pd) foi calculada pela relação entre a massa fresca de basidiomas (MFB) e a massa fresca do composto (MFC) (ao final da Fase II de compostagem), segundo a equação:

$$Pd = \frac{\text{MFB}}{\text{MFC}} \times 100 \quad (\%)$$

5.8.1.3 Eficiência biológica (base seca)

A eficiência biológica (EB) é uma medida de produtividade, sendo a relação entre a massa fresca de basidiomas (MFB) e a massa seca do composto (MSC), multiplicada por 100 (dados em porcentagem). Esta foi determinada ao final do período de colheita, conforme a equação:

$$EB = \frac{\text{MFB}}{\text{MSC}} \times 100$$

5.8.1.4 Número de basidiomas

O número de cogumelos (NB) foi determinado diariamente durante a fase de colheita, apenas com a contagem de cogumelos por caixa (média aritmética).

$$NB = \frac{r1 + r2 + r3 + r4 + r5 + r6 + r7 + r8}{8} \quad (g)$$

Onde r1 a r8 representam as repetições de cada tratamento, as quais os cogumelos colhidos nas respectivas caixas eram contados.

5.8.1.5 Massa de basidiomas

A massa fresca de basidiomas (MC) foi obtida pela pesagem dos cogumelos frescos (produção – P) durante a fase de colheita e dividida pelo número de cogumelos (NB).

$$MC = \frac{P}{NB} \quad (g)$$

OBS: Para os itens 5.8.1.1 a 5.8.1.5 aplicou-se análise de variância com esquema fatorial triplo 5 x 2 x 2 (solo, profundidade e ambiente) e, em seguida, os dados foram comparados entre si pelo teste Tukey (5%) de probabilidade. Para tanto utilizou-se o programa estatístico SAS SYSTEM.

5.8.1.6 Precocidade

Após o início da “frutificação”, o período de colheita, foi dividido em duas partes, ou seja, os primeiros cogumelos foram colhidos a partir do 20º dia após a adição da camada de cobertura. Assim o experimento contou com um período de 100 dias de colheita (sendo o total 120 dias de produção), os quais foram dividido em duas partes (primeiros 50 dias e últimos 50 dias), a precocidade foi calculada conforme a seguinte formula:

$$PC = \frac{T1}{Tt} \times 100 \quad (\%)$$

Onde: PC – precocidade, representada em %;

T1 – representa a produção dos primeiros 50 dias após o início da frutificação;

Tt – representa a produção total, ou seja, 100 dias de colheita

Contudo podemos concluir que aos 70 dias após a adição da camada de cobertura foi o tempo exato para o cálculo da precocidade, sendo que os primeiros cogumelos foram colhidos ao 20º dia após a adição da camada de cobertura, mais os primeiros 50 dias de frutificação, totalizam os 70 dias.

OBS: Não foi aplicado nenhum teste estatístico com relação à precocidade

5.8.2 Relativas ao ambiente de cultivo

Os ambientes de cultivo foram divididos conforme item 5.5., ou seja Câmara climatizada e Estufa rústica.

5.8.2.1 Câmara climatizada (Dalsem Mushroom)

Foram monitoradas diariamente as seguintes variáveis:

TP = Temperatura do composto (°C); medida através de termômetros introduzidos ao centro do composto, dentro da caixa plástica.

TA = Temperatura do ar (°C); medida através de termômetro disposto ao centro da câmara.

U = Umidade relativa (%); medida através de higrômetros eletrônicos disposto ao centro da câmara.

AD = Renovação do ar (%); porcentagem de ar fresco introduzido na câmara.

V = Ventilação (%); porcentagem de ar (fresco ou reciclado) introduzido na câmara de cultivo.

5.8.2.2 Estufa rústica (Ambiente semi-controlado)

Foram monitoradas diariamente as seguintes variáveis com auxílio de um termohigrometro:

TP = Temperatura do composto (°C); medida através de termômetro introduzido ao centro do composto, dentro da caixa plástica.

TA = Temperatura do ar (°C); medida através de termômetro disposto ao centro da estufa.

U = Umidade relativa (%); medida através de higrômetros eletrônicos disposto ao centro da estufa.

5.8.3 Relativas às camadas de cobertura

As camadas de cobertura foram analisadas quanto à características físicas, químicas e microbiológicas.

5.8.3.1 Características físicas

As análises físicas foram realizadas nas cinco combinações de solos nas duas profundidades de coleta (superfície e barranco). Não foram realizadas as análises nos ambientes isolados devido a dois fatores: os solos serem os mesmos, tanto na câmara climatizada quanto na estufa rústica e os tipos de análises realizadas incluíam apenas solos, não poderia haver partículas de carvão misturadas, contudo as combinações de solos foram analisadas previamente a adição do carvão.

5.8.3.1.1 Textura

Para a determinação das análises da textura da camada de cobertura, foram coletadas três amostras das combinações de solo nas duas profundidades (10 tratamentos / sem carvão), em seguida foram encaminhadas para o Laboratório de Física do Solo, junto ao Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, na Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Campus Botucatu. O método utilizado para a análise foi o da pipeta retirado de Embrapa (1997). As análises realizadas foram de Areia, Argila e Silte.

5.8.3.1.2 Densidade do solo

Para a determinação da densidade das camadas de cobertura utilizadas, outras três amostras, conforme mencionado para textura, foram encaminhados ao Laboratório de Dinâmica de Solos, Departamento de Engenharia Rural. O método utilizado foi o do anel volumétrico (BLAKE; HARTGE, 1986), para amostras indeformadas (decorrente da mistura ou não das combinações de solos).

5.8.3.1.3 Conteúdo de água no solo (saturado)

O conteúdo de água no solo, foi verificado após a saturação do mesmo. A metodologia utilizada foi extraída de Embrapa (1997)

5.8.3.1.4 Porosidade

Para a análise de porosidade das camadas de coberturas utilizadas, adotou-se a seguinte fórmula (LIBARDI, 2005):

$$P = D_s \times CaS$$

Onde: P - Porosidade;

D_s - Densidade do solo;

CaS - Conteúdo de água no solo (saturado).

As análises estatísticas realizada nas características físicas, foram analise de variância e correlação com os valores da produtividade (Pd). Para tanto, utilizaram-se os programas S.A.S. e SIGMA STAT 2.0.

5.8.3.2 Características químicas

Análises químicas foram realizadas em todas as camadas de cobertura utilizadas nos dois ambientes de cultivo, conforme apresentadas nas Tabelas de 19 a 33 no item 6.3.2. Para tanto, foram coletadas três amostras, no momento da adição da camada de cobertura

(0 dias), no meio do cultivo e/ou período de produção (60 dias) e ao final do cultivo e/ou período de produção (120 dias), para cada tipo de camada de cobertura utilizada.

As metodologias utilizadas foram as apresentadas por Raij et al. (2001), conforme procedimento adotado pelo Laboratório de Relação Solo-Planta, Departamento de Produção Vegetal (Agricultura). Verificou-se o teor/quantidade dos seguintes elementos: P (fósforo), H + Al (hidrogênio + alumínio), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), Cu (cobre), Zn (zinco), Fe (ferro) e Mn (manganês).

Além dos elementos citados anteriormente, também foram realizadas as seguintes análises: pH (atividade de íons H^+), M.O. (matéria orgânica), SB (soma de bases), CTC (capacidade de troca catiônica), V% (porcentagem de saturação por base) e Cond (condutividade elétrica). Estas análises também foram realizado no momento da adição da camada de cobertura (0 dias), aos 60 e 120 dias de cultivo/produção.

As análises estatísticas realizadas para as características químicas foram de regressão e correlação com os valores da produtividade (Pd). Para tanto utilizou-se o programa R^2 e SIGMA STAT 2.0, respectivamente.

5.8.3.3 Características microbiológicas

Análises microbiológicas foram realizadas após a desinfestação da camada de cobertura, para todas as combinações desta já adicionadas de calcário calcítico e carvão vegetal. O fator ambiente não foi levado em conta, pois as amostras de camadas de cobertura foram feitas antes da sobreposição desta no composto.

A densidade de bactérias do gênero *Pseudomonas*, bactérias e fungos foram determinados nos meios PIA (Meio *Pseudomonas* Isolation Agar), EL e Martin, respectivamente.

5.8.3.1.1 Meio PIA (*Pseudomonas* Isolation Agar)

O método utilizado para a determinação da densidade de bactéria do gênero *Pseudomonas* foi o de diluição seriada decimal de amostras das camadas de cobertura

em solução salina (0,85%), seguida de plaqueamento em meio de cultura PIA (EIRA; MINHONI, 1997). Devido à ausência de trabalhos científicos na área, as diluições utilizadas no experimento foram de 10^{-1} a 10^{-6} . A formulação do meio de cultura foi a seguinte:

gelatina (digestiva enzimática).....	20g kg ⁻¹
cloreto de magnésio.....	1,4g kg ⁻¹
sulfato de potássio.....	10g kg ⁻¹
irgasan.....	0,025g kg ⁻¹
agar.....	13,6g kg ⁻¹
pH.....	7,0

5.8.3.1.2 Meio EL (extrato de levedura)

O meio EL foi utilizado para verificação determinação de outros grupos microbianos, especialmente bactérias. Utilizou-se o método de diluição seriada em solução salina (0,85%) e as diluições trabalhadas foram de 10^{-4} a 10^{-7} . Formulação do meio de cultura EL foi a seguinte:

extrato de levedura.....	0,5g kg ⁻¹
glicose.....	1,0 g kg ⁻¹
KH ₂ PO ₄	0,5 g kg ⁻¹
MgSO ₄ 7H ₂ O.....	0,2 g kg ⁻¹
CaCl ₃	0,1 g kg ⁻¹
FeCl ₃	traços
agar.....	13 g kg ⁻¹
pH.....	5,0

5.8.3.3.3 Meio de Martim

O meio Martim foi utilizado para determinação de fungos presentes nas amostras de camadas de cobertura. Utilizou-se o método de diluição seriada em solução salina (0,85%) e as diluições trabalhadas foram de 10^{-1} a 10^{-4} . A formulação do meio de cultura M foi a seguinte:

Glicose.....	10g kg ⁻¹
Peptona.....	5g kg ⁻¹
KH ₂ PO ₄	1g kg ⁻¹
MgSO ₄ 7H ₂ O.....	0,5 g kg ⁻¹
Rose Bengal.....	0,33 %
Sulfato de Streptomicina..	traços
agar.....	13 g kg ⁻¹
pH.....	5

As análises estatísticas realizada nas características microbiológicas, foram analise de variância e correlação com os valores da produtividade (Pd). Para tanto, utilizaram-se os programas S.A.S. e SIGMA STAT 2.0.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Variáveis do cogumelo

6.1.1 Produção

Com base na Tabela 6, observa-se que os fatores combinações de solo e profundidades de coleta não diferiram significativamente entre si, mas ocorreu uma tendência da combinação utilizada no solo 4 apresentar maior produção (14,3 %), quando comparado com a combinação utilizada no solo 5 (valor de medias). Com relação às medias obtidas no fator profundidade, a diferença entre ambas as profundidade de coleta resultaram em valores semelhantes, sendo a produção utilizando no solo de barranco apenas 1,7% maior, que a produção utilizando solo de superfície.

Bittencourt (2003) afirma a hipótese de que a produção do *A. blazei* pode ser aumentada em função do tipo de camada de cobertura. A autora verificou diferença significativa na produtividade utilizando os seguintes materiais: turfa da Holanda; turfa Santa Catarina; terra + carvão (3:1, v/v); turfa Santa Catarina + terra e carvão (1:4, v/v); turfa Santa Catarina + terra e carvão (1:1, v/v); e turfa Santa Catarina + terra e carvão (4:1, v/v). Porém, testes com diferentes combinações de solos ainda não foram realizados e merecem maior atenção.

A utilização de diferentes solos, como material principal da camada de cobertura, deve ser detalhado e seguro, com a finalidade de obter um solo com características agronômicas semelhantes às turfas. Certamente, o solo em si, não apresentará as mesmas propriedades das turfas (química, física e microbiológica). Contudo algum material com grande abundância, constância e custo reduzido, deve ser utilizado para suprir algumas propriedades, as quais o solo não possui.

Uma ótima opção verificada em nosso país e tema de outra pesquisa já realizada, diz respeito ao uso de carvão vegetal e caco de cerâmica (BRAGA, 1999; ALONSO, 2002). Porém, outros materiais também já foram avaliados, mas poucos estudos enfocaram a relação de custo - benefício (EIRA, 2003; CAVALCANTE, 2003, ZIED et al., 2007).

O solo possui a vantagem de ser utilizado como camadas de cobertura, devido os seguintes fatores: abundância durante todas as épocas do ano, custo reduzido (a maioria das vezes sem custo) e facilidade de manejo. Quanto a ausência de pragas e doenças; o solo coletado a 2,0 metros de profundidade, é uma boa alternativa para o cultivo, como pode ser observado no item 6.3.3., estes atributos contribuem diretamente para o uso de um material como camada de cobertura.

Tabela 6. Produção média (kg), obtida com as diferentes combinações de solo como camada de cobertura, ambientes de cultivo e profundidade de coleta do solo, ao final do cultivo de *A. blazei*.

Solo ¹	Ambiente		Profundidade		Media ³
	Dalsem	Estufa	Barranco	Superfície	
1	1,70	1,84	1,76	1,78	1,77 a
2	1,62	1,89	1,85	1,65	1,75 a
3	1,38	2,03	1,77	1,65	1,71 a
4	1,68	2,08	1,80	1,97	1,88 a
5	1,35	1,88	1,60	1,62	1,61 a
Media ²	1,55 B	1,94 A	1,76 A	1,73 A	
DMS	0,16		0,16		0,36
CV,%	29,89				

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

² Para cada fator isolado (ambiente ou profundidade) medias com letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

³ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Ao contrario das diferentes combinações de solos e profundidades de coletas, o fator ambiente afetou a produção de modo significativo, ou seja, o cultivo em estufa

rústica apresentou 20,1% a mais de produção, em relação ao cultivo em câmara Dalsem (Tabela 6). Acredita-se que este resultado se deu, devido ao período de condução do experimento (fase de produção), de 29/09/2006 a 01/02/2007, onde as condições ambientais influenciaram diretamente na produção de basidiomas (ver item 6.2.2). Pouca variação na temperatura do composto e dias frios característicos (temperatura por volta de 20°C) que permaneciam apenas por 40 – 48 hs foram observados, atributos estes que resultaram positivamente na indução de primórdios.

6.1.2 Produtividade

Os dados de produtividade, referem-se a uma outra maneira de apresentar o rendimento do cultivo (Tabela 7). Esta variável é muito utilizada e é expressa em porcentagem (MINHONI et al., 2005; KOPYTOWSKI FILHO, 2006; ANDRADE et al., 2007, SILVA et al., 2007). Também podem ser verificados valores de produção por unidade de área, ou seja, produtividade por metro quadrado (kg de basidioma/m²) e/ou por unidade de massa (kg de basidioma/tonelada de composto), para medir a produtividade (HAN, 1999; SINGH et al., 2000; GÜLSER; PEKSEN, 2003; NOBLE; DOBROVIN-PENNINGTON, 2005).

Os dados de produtividade obtidos, possuem semelhança com os dados de produção. O solo 4 tendeu a apresentar 13,8%, 1,6% e 20,1% a produtividade maior do que o solo 5, ou seja, respectivamente para os resultados de medias de combinações de solos, profundidade de coleta e ambiente de cultivo. O ambiente utilizado no experimento foi o único fator que afetou significativamente a produtividade.

Com relação ao tipo de solo utilizado como camada de cobertura, Braga (1998), utilizando Latossolo Vermelho, obteve produtividade de 12,01%; Minhoni et al. (2006) utilizaram Nitossolo Vermelho distrófico e obtiveram produtividade de 9,3; Siqueira (2006), trabalhando também com Latossolo Amarelo distrófico, verificou produtividade de 13,1% e Silva et al. (2007), ao trabalhar com Latossolo Amarelo distrófico, observou produtividade de 7,82%. Em todos estes experimentos, os solos foram adicionados de 25 % de carvão vegetal.

Eira (2003), trabalhando com diversos tipos de turfas, verificou os seguintes resultados com relação à produtividade: turfa Santa Catarina – produtividade 20,4%; turfa do Instituto Agrônômico de Campinas – produtividade 15,8%, utilizando a linhagem

ABL 99/26. Já Bittencourt (2003), testando turfa da Holanda, obteve produtividade de 12,1%, utilizando a linhagem ABL 99/29 e 6,9% utilizando a linhagem ABL 99/26.

Tabela 7. Resultado de produtividade (%) obtida nos diferentes combinações de solo, ambientes e profundidade, ao final do cultivo de *A. blazei*.

Ambientes e profundidade, ao final do cultivo de 90 dias					
Solo ¹	Ambiente		Profundidade		
	Dalsem	Estufa	Barranco	Superfície	Media ³
1	13,87	15,02	14,38	14,51	14,45 a
2	13,29	15,33	15,19	13,43	14,32 a
3	11,31	16,61	14,48	13,44	13,96 a
4	13,69	16,98	14,66	16,01	15,34 a
5	11,12	15,32	13,14	13,29	13,22 a
Media ²	12,65 B	15,85 A	14,37 A	14,14 A	
DMS	1,33		1,33		2,94
CV, %	29,85				

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

² Para cada fator isolado (ambiente ou profundidade) medias com letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

³ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Os resultados apresentados na tabela 7 indicam uma produtividade relativamente elevada, quando comparados com os resultados obtidos por estes autores Cavalcante (2003), Kopytowski Filho (2006) e também por Silva et al. (2007).

Kopytowski Filho (2006), trabalhando com diversos tipos de substratos de cultivo de *A. blazei* em ambiente climatizado, observou uma produtividade de 7,17%, 4,31% e 5,46%, para compostos orgânico, semi-sintético e sintético, respectivamente. O autor ressalta que médias de produtividade obtidas nos compostos semi-sintético e sintético são consideradas reduzidas para o padrão comercial de cultivos brasileiros.

Cavalcante (2003), por sua vez trabalhando, com três tipos diferentes de camadas de cobertura (horizonte A de um solo “Alfisol”; mistura de 30% de carvão de eucalipto “fragmentos com 1-2 cm”, com 70% de horizonte B do mesmo solo e mistura de 25% de vermiculita, 25% de fibra de coco e 50% de areia de construção) em cultivo de *A. blazei* a campo (ambiente desprotegido), obteve produtividades entre 6,51% a 9,62%. Com relação à utilização de material de origem mineral, como o caso da vermiculita, Eira (2003) utilizando xisto calcítico, obteve produtividades de 22,0% com a linhagem ABL 99/26 e 15,3% com a linhagem ABL 99/29 de *A. blazei*.

A produtividade observada no presente experimento encontra-se num padrão adequado para cultivos comerciais brasileiros, ou seja, de 12,6 – 15,8% em 120 dias de cultivo. Quando o cultivo é conduzido em estufa rústica, este padrão de produtividade pode apenas ser alcançado uma ou no máximo duas vezes ao ano, devido às estações climáticas do ano favoráveis a produção (verão e/ou na primavera).

Quando comparamos o resultado obtido com alguns experimentos de *A. bisporus* descritos na literatura, verificamos que a tecnologia do cultivo de *A. bisporus* apresenta-se mais avançada, com produtividade de 25 – 45% em 35-60 dias de cultivo (DELMAS, 1978; VAN GRIENSVEN, 1988; OEI, 2003). Já os cultivos de *A. blazei* apresentam produtividade de 5 – 23%, num período de tempo de 90-166 dias (BRAGA, 1999; EIRA, 2003; KOPYTOWSKI FILHO, 2002; SIQUEIRA, 2006; ANDRADE et al., 2007), o que demonstra que tecnologias de cultivo para *A. blazei*, ainda encontra-se em fase inicial de desenvolvimento, merecendo esta maior atenção por parte dos pesquisadores.

6.1.3 Eficiência biológica

Os dados de eficiência biológica são descritos na tabela 8. As variáveis avaliadas no presente experimento, correlacionados à EB não apresentam diferença significativa entre si, exceto para o fator ambiente de cultivo, como já visto para as variáveis produção e produtividade.

Tabela 8. Eficiência biológica (%), no final do experimento.

Tabela 3: Eficiência biológica (%), no final do experimento.					
Solo ¹	Ambiente		Profundidade		Média ³
	Dalsem	Estufa	Barranco	Superfície	
1	39,30	42,57	40,75	41,12	40,94 a
2	37,65	43,44	43,04	38,04	40,54 a
3	32,05	47,06	41,02	38,08	39,55 a
4	38,79	48,11	41,53	45,37	43,45 a
5	31,50	43,40	37,23	37,67	37,45 a
Media ²	35,86 B	44,92 A	40,72 A	40,06 A	
DMS	3,76		3,76		8,33
CV, %	29,85				

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

² Para cada fator isolado (ambiente ou profundidade) médias com letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

³ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Alguns dados encontrados no cultivo de cogumelos, às vezes são bastante confusos e difíceis de serem explicados como pode ser observado na Tabela 8, onde se verificou que não houve diferença significativa para as médias do fator solo. Mas, diante da comparação entre resultados obtidos na interação: Solo 4 / Estufa (48,11 %) e Solo 5 / Dalsem (31,50%), verificou-se uma diferença de 34,52% nos valores de eficiência biológica, mas em termos estatísticos, estes não diferem entre si.

Com isso este resultado se torna de pequena expressão, quando analisado experimentalmente, mas quando partimos para o ponto de vista de um cultivo comercial, onde ao final do ciclo o fungicultor apresenta uma produção de 34,5 kg de basidioma a mais (produção de 100kg de basidioma “in natura”), adotando uma determinada prática e/ou material em seu cultivo (exemplo solo para a confecção da camada de cobertura), isto se torna de fundamental importância.

Um valor interessante observado no experimento, é a baixa variação que os solos 1 e 5 (solos sem combinação alguma) apresentaram, com relação à eficiência biológica para o fator profundidade de coleta, sendo que a variação encontrada no solo 1 foi de 0,9% e no solo 5 foi de 1,2%, enquanto que as combinações dos solos 2, 3 e 4 resultaram em 11,6; 7,2 e 8,5% de variação, respectivamente. Acredita-se que estes resultados se deram devido às características físicas do solo, como pode ser observado no item 6.3.1.

Estes resultados obtidos quando comparados com eficiência biológica de outros experimentos à base de camada de cobertura, verificou-se que Braga (1999), trabalhando também em estufa plástica utilizando três espessuras de camada de cobertura (3, 5 e 8cm) a base de 75% de terra proveniente de latossolo vermelho e 25% de carvão moído, obteve os seguintes resultados: 11,85; 31,87 e 31,13% respectivamente para camada de cobertura com 3, 5 e 8 cm de altura.

Porém, Bononi et al. (1999) ressaltaram que a melhor terra a ser utilizada no cultivo de *A. bisporus*, deve conter poucos compostos nitrogenados, não ser muito argilosa nem muito arenosa. Outros materiais, como o composto obtido a partir da atividade de minhocas, também têm sido utilizados com bons resultados.

Kopytowsky Filho (2002), analisando a eficiência biológica de diferentes relações C/N no composto de *A. blazei*, utilizou turfa como camada de cobertura. Os resultados

obtidos pelo autor foram 25,46; 31,01 e 28,11%, nos compostos com relação C/N de 43/1, 37/1 e 33/1, respectivamente.

Dados de eficiência biológica semelhantes aos do presente experimento foram verificados por Siqueira (2006), ao testar diferentes proporções de N no composto de *A. blazei*. O autor constatou diferenças significativas quando utilizada níveis de N em 0,99 e 1,5% com eficiências biológicas de 44,28 e 43,82%, do que quando utilizava níveis de 1,9% de N, com resultado de 34,52%, a camada de cobertura utilizada pelo autor foi 75% de terra + 25% de carvão.

Trabalhos também foram realizados comparando a eficiência biológica de solo com misturas de turfas no cultivo de *A. bisporus*. Pardo et al. (2002b) obteve os seguintes resultados de eficiência biológica, com relação ao material utilizado: solo (EB = 95%); solo + turfa fibrosa “marrom/sphagnum” 4:1 – v/v (EB = 100%); solo + turfa preta 4:1 – v/v (EB = 103%).

6.1.4 Precocidade

A precocidade está correlacionada com o tempo de colheita e a produção, conforme descrito no item 5.8.1.6. do Material e Métodos. Os gráficos apresentados na Figura 11, possuem uma linha vertical ao centro para demonstração do tempo estabelecido para a avaliação da precocidade (70 dias após a adição da camada de cobertura). Na parte superior dos gráficos tem-se quatro valores (produção acumulada em %), sendo os do lado esquerdo referentes aos 50 primeiros dias de colheita na Dalsem (D) e na Estufa (E), e os do lado direito referentes aos 50 últimos dias de colheita na Dalsem (D) e na Estufa (E).

Todos os solos resultaram em precocidade na produção, ou seja, a produção foi maior nos primeiros 50 dias de colheita. Com relação ao ambiente de cultivo, os solos 1, 2 e 4 apresentaram maior precocidade no ambiente climatizado (Dalsem), na ordem de 62, 53 e 55% respectivamente. Já os solos 3 e 5 não apresentaram diferença na precocidade, com relação ao ambiente de cultivo, ambos resultaram em 55% da produção nos 50 primeiros dias de colheitas.

De certo modo, o solo 1 apresentou a maior precocidade em ambos os ambientes (D-62% e E-57%) e o solo 2 apresentou a menor precocidade, também em ambos os

ambientes (D- 53% e E-51%). Assim, podemos concluir que o solo 1 apresentou melhores resultados que o solo 2, na ordem de 14,5% e 10,5%, respectivamente, para o cultivo na câmara climatizada e estufa rústica.

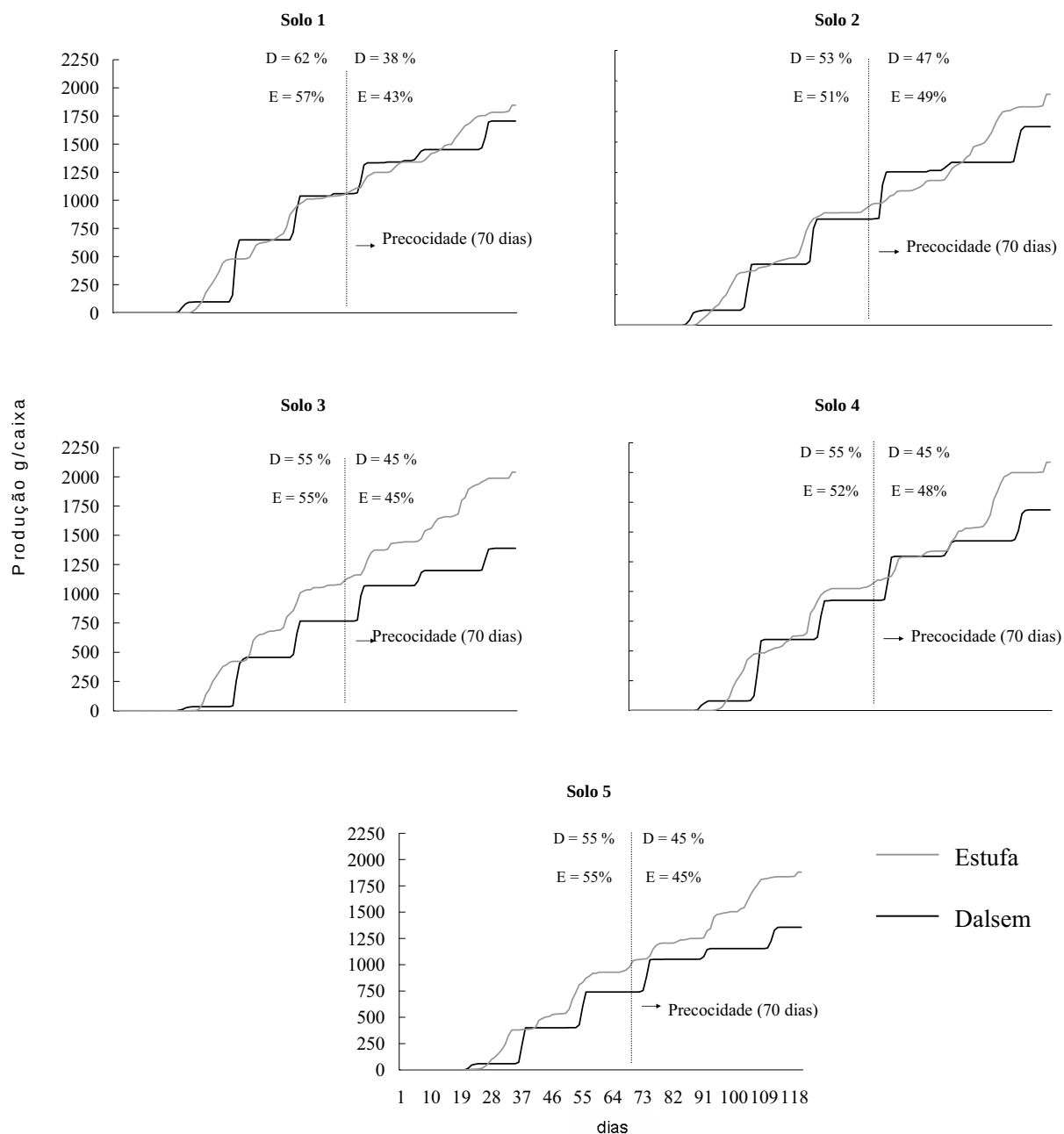


Figura 11. Precocidade da produção acumulada, em função de cinco camadas de coberturas e dois ambientes de cultivo (D = Dalsem e E = Estufa).

Torna-se claro a tendência apresentada pelo solo 1 em reduzir a produção nos últimos 50 dias de colheita, tanto no ambiente climatizado como na estufa rústica. Estes resultados podem ter ocorridos devido às irrigações diárias na camada de cobertura, vindo a causar uma maior compactação do solo, evitando assim uma redução das trocas gasosas (Figura 12). Oei (2003) relata a desvantagem da utilização de solos argilosos como camada de cobertura, devido à compactação rápida e à baixa capacidade de retenção de água, quando comparado a outros materiais (turfa, composto exaurido e fibra de coco) utilizados como camada de cobertura, no cultivo de *A. bisporus*.

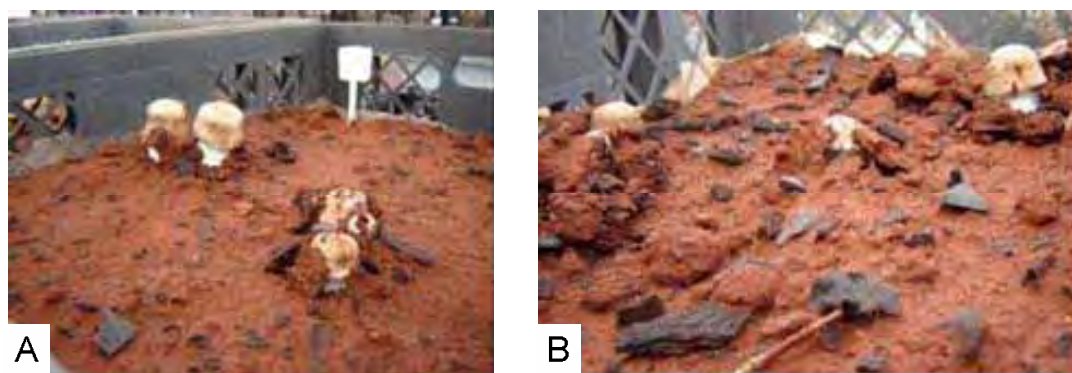


Figura 12. Solo 1 (A) e 6 (B) utilizado na camada de cobertura após 93 dias da adição da mesma sobre o composto colonizado, detalhe do solo compactado, apresentando até algumas rachaduras devido o rompimento do fungo para a frutificação.

Verificando tais resultados, utilizando diferentes combinações de solos com 25% de carvão, nos dois ambientes de cultivo, chega-se a seguinte conclusão: o cultivo de *A. blazei* ainda possui a tendência de ser longo em relação a outras espécies de cogumelos (plantio com duração entre 100 a 150 dias de colheita). Isto torna-se evidente devido à produção observada nos últimos 50 dias de cultivo ser relativamente boa, o que não justificaria o fungicultor aos 70 dias após a adição da camada de cobertura descartar o composto, se o mesmo só obteve 62 e 57% da produção (solo 1 – Dalsem e Estufa).

O custo para a produção de um novo composto envolvendo mão-de-obra, matéria-prima, energia elétrica (fase II de compostagem), inoculação, materiais para a produção da camada de cobertura e mais 20 dias de incubação até o primeiro fluxo (fora o custo de materiais para a desinfestação das estruturas de cultivo), não apresentaria viabilidade econômica. Compensaria o fungicultor prosseguir com o cultivo mais 50 dias e colher 38 e

43% (Dalsem e Estufa) de sua produção com o mesmo composto, isto para o melhor caso de precocidade observado no presente experimento (solo 1)

Quando o cultivo é adicionado de outros materiais sintéticos, como o caso do gel de acrilamida, o resultado de precocidade se torna mais expressivo como apresentado por Zied et al. (2007) que, trabalharam com: 75% de solo + 25% de carvão + 5% de calcário calcítico, e obtiveram precocidade de 53%; resultados similares ao apresentado neste experimento, onde os valores variaram de 51 a 62%. Os autores ressaltam ainda que quando à mesma camada de cobertura foi adicionada de 0,5% de gel de acrilamida, o valor de precocidade nos 50 primeiros dias de colheita foi de 75%, não sendo calculado o custo benefício na presente situação.

Pardo et al. (2002b), também observaram resultados semelhantes ao do presente trabalho, quando testaram diversas camadas de cobertura e as correlacionaram com a precocidade. Os autores ressaltaram que a utilização de solo sem aditivo algum apresentou menor precocidade, em relação a solo adicionado de turfa e solo adicionado de corteza de pino compostada. Os autores ressaltaram ainda que um procedimento que influenciou positivamente a precocidade e o início da frutificação do primeiro fluxo foi o rastelamento da camada de cobertura (a técnica de “*ruffling*”).

Ainda com relação a tecnologias de cultivos que influenciam na precocidade, Siqueira (2006) trabalhando com inoculação de microorganismos no processo de compostagem, relata que 90% da produção de cogumelos ocorreu depois dos 91 dias após a adição da camada de cobertura. O mesmo autor avaliou a influencia de microorganismos inoculados no composto e suas respectivas respostas nos períodos de produção (fluxos).

6.1.4 Número de basidiomas

O número de cogumelo obtido, varia em função do tamanho da estrutura utilizada para a produção de cogumelos; alguns autores conduzem seus experimentos em caixas plásticas (12,5 kg de composto) outros em vasos (5 kg de composto) e outros em camas “a campo” (55 kg de composto). Desta forma, deve-se tomar cuidado quando se faz comparação de resultados obtidos com relação aos números de cogumelos (CAVALCANTE, 2003; MINHONI et al., 2006; SILVA et al., 2007).

No presente experimento constatou-se que o único fator que influenciou esta variável de forma significativa, foi o ambiente de cultivo. Foram colhidos 110,6 basidiomas na estufa rústica e 79,3 basidiomas na câmara climatizada, ou seja, uma diferença de aproximadamente 28%, conforme pode ser visto na Tabela 9.

Tabela 9. Número de basidiomas, expresso em unidade individual (caixa / 12kg de composto).

Solo ¹	Ambiente		Profundidade		Média ³
	Dalsem	Estufa	Barranco	Superfície	
1	93,18	130,37	122,62	100,93	111,78 a
2	78,12	109,33	97,70	89,76	93,73 a
3	69,81	105,70	90,71	84,79	87,75 a
4	86,43	105,60	90,37	101,66	96,02 a
5	69,12	102,16	81,82	89,46	85,64 a
Média ²	79,33 B	110,63 A	96,64 A	93,32 A	
DMS	12,21		12,21		26,99
CV, %			41,13		

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

² Para cada fator isolado (ambiente ou profundidade) médias com letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

³ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Conforme Tabela 9, mesmo dentro do fator solo, algumas médias encontradas mostraram grande diferença de resultados entre as combinações de solos, ou seja, solo 1 com 111,78 basidiomas colhidos e solo 5 com 85,64 basidiomas ambos ao longo de 120 dias de cultivo. Assim podemos verificar uma diferença de 26,14 basidiomas, um resultado relativamente expressivo, mas em termos estatísticos este valor não sofreu variação significativa, mesmo quando aplicado um teste de menor precisão com uma probabilidade maior (Duncan 10%).

Na Figura 13 é demonstrado os fluxos ocorridos na Dalsem (câmara climatizada) os quais podem ser programados. Ocorreram seis fluxos de produção: cada um com 4 a 5 dias de duração. Ao contrário da Dalsem, a estufa rústica não apresentou fluxos bem definidos (Figura 14), a colheita foi realizada durante quase todos os dias após o início da frutificação.

Este recurso de programação de fluxos da câmara climatizada é muito importante, pois o cultivo pode ser controlado, ao contrário do que acontece em cultivos em

ambiente rústico (estufa ou cultivo em campo) onde os fluxos ocorrem espontaneamente devido a condições climáticas favoráveis.

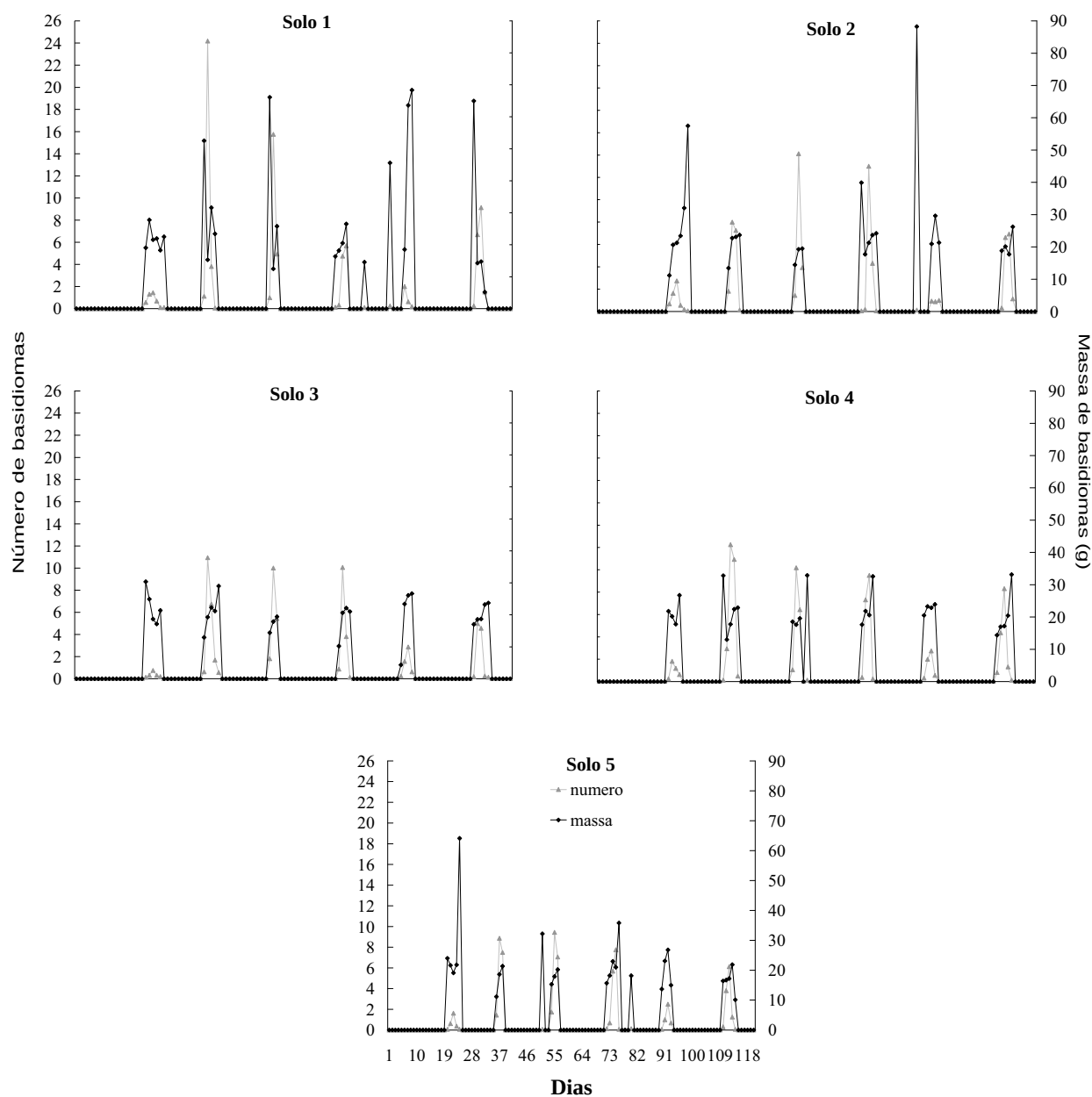


Figura 13. Número e massa de basidiomas ao longo dos 120 dias de cultivo na câmara climatizada (Dalsem Mushrooms).

O maior número de basidiomas colhido em 1 dia foi obtido na câmara climatizada, no solo 1, ao 37º dia após a adição da camada de cobertura, com 24 basidiomas colhidos no segundo fluxo. Outro dado interessante ocorrido no solo 1 foi à regressão

apresentada nos fluxos 2, 3, 4 e 5, o qual o número de basidiomas colhido foi reduzindo, até o momento onde se esperava que não houvesse mais produção, no sexto e último fluxo, o que não ocorreu. No sexto fluxo observou-se uma colheita razoável com 9 basidiomas colhido ao 112º dia de cultivo.

Acredita-se que este fator pode ser explicado, devido ao intervalo maior entre o 5º e o 6º fluxo (17 dias), o que pode ter proporcionado uma maior formação de hifas e micélios do fungo na camada de cobertura e uma conseqüente recuperação do stress causado no *A. blazei* para a frutificação, este “stress” é denominado de “indução de primórdios”, o qual foi manipulado pelo controle das variáveis da câmara climatizada (item 6.2.1).

Quanto ao número de basidioma colhidos por fluxo, todos os solos apresentaram número maior de basidiomas no 2º fluxo, exceto o solo 2, no ambiente climatizado. Já Andrade et al. (2007) trabalhando com inoculação de fungos contaminantes do gênero *Trichoderma* sp e *Chaetomium olivacearum* no composto colonizado de *A. blazei*, obtiveram maior número de basidiomas no 1º fluxo, para os tratamento controle (sem presença de contaminantes) e o tratamento inoculado com o fungo *Chaetomium*; por outro lado, o tratamento inoculado com o fungo *Trichoderma* apresentou maior número de basidiomas no 2º fluxo.

Siqueira (2006) também observou maior número de cogumelos no 2º fluxo, ao 39º dia após a adição da camada de cobertura em compostos com diversos teores de N. Porém, em outro trabalho, analisando teores de N mais inoculação de bactéria no composto, o mesmo autor verificou maior número de cogumelos no 3º fluxo (em todos os tratamentos analisados). O número de cogumelos variou de 19 a 22,1, no experimento com diversos teores de N no composto e de 12,5 a 22,7 no experimento testando teores de N mais inoculação de bactéria. Em ambos os casos, o autor trabalhou em vasos com 5 kg de composto e tempo de cultivo de 100 dias (SIQUEIRA, 2006).

Já Bittencourt (2003), trabalhando com, caixas plásticas com 18 kg de composto em ambiente climatizado, verificou os seguintes números de basidiomas em função da linhagem de *A. blazei* testada: ABL 99/25 (95,4 basidiomas), ABL 99/26 (12,6 basidiomas), ABL 99/28 (76,5 basidiomas), ABL 97/11 (38,4 basidiomas), ABL 99/30 (76,4 basidiomas) e a ABL 99/29 (30 basidiomas). A autora explica que os números reduzidos de basidiomas obtidos ao longo do cultivo, ocorreram devido a presença de moscas da família *Sciaridae* e *Phoridae*.

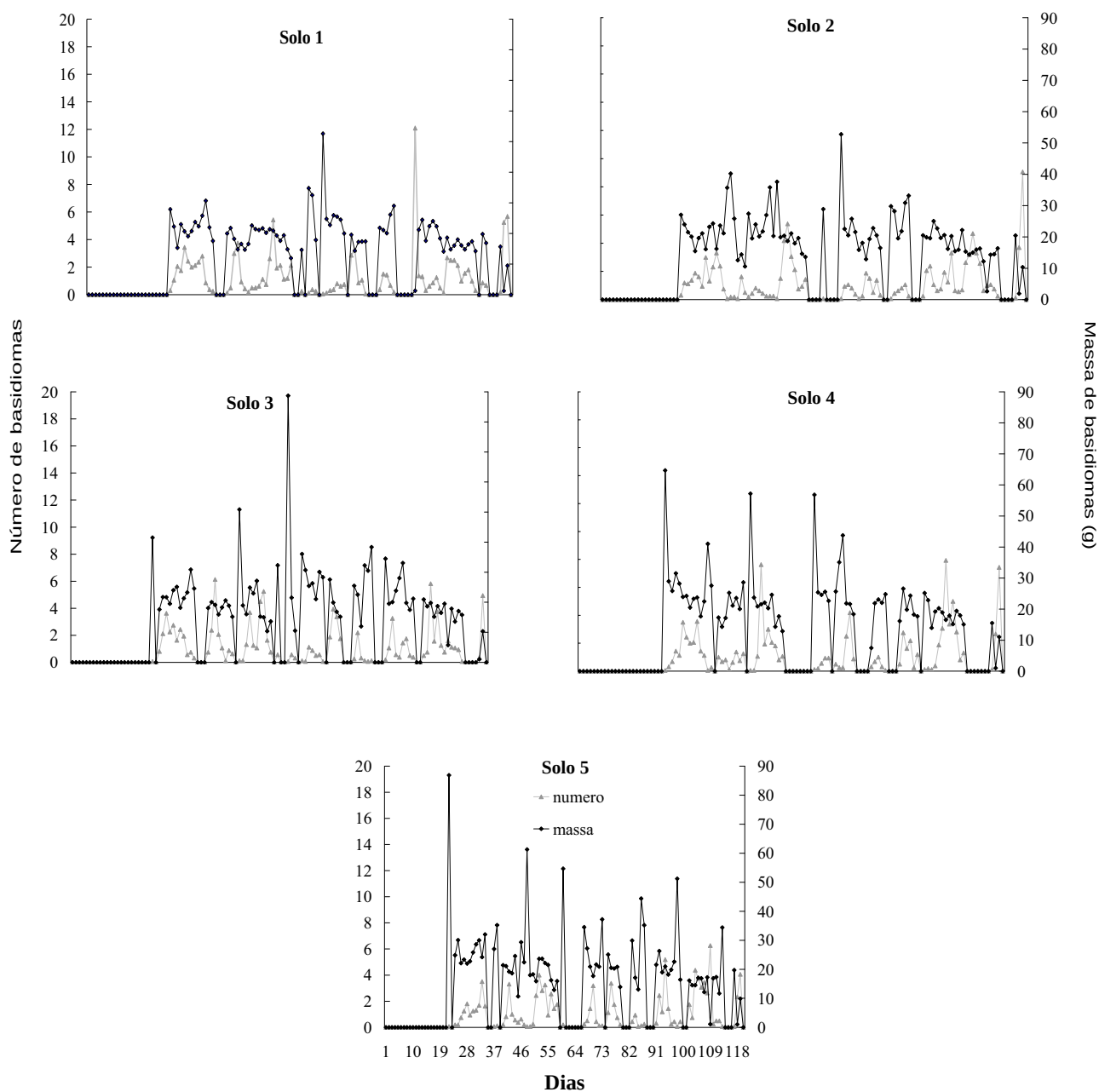


Figura 14. Número e massa de basidiomas ao longo dos 120 dias de produção na estufa rústica.

Com relação ao número de basidiomas colhidos na estufa (Figura 14), observa-se que o maior valor ocorreu no solo 1, ao 93º dia após a adição da camada de cobertura, com 12 basidiomas. Observaram-se também outros dois momentos de colheita razoável, ou seja, no solo 2, aos 119º dia, com 9 basidiomas e no solo 4, aos 104º dia, com 8

basidiomas. Estes resultados podem ser devido às condições ambientais favoráveis encontradas a partir do 93º dia, no qual a temperatura do composto se manteve em valores recomendados para a produção e também devido as freqüentes precipitações ocorridas neste período (Figura 20). Estes dados também são interessantes para demonstrar que, após 70 dias a adição da camada de cobertura obteve-se uma colheita razoável (como discutido no item precocidade).

Nas figuras 13 e 14 pode-se verificar a influencia que o número de basidiomas possui sobre a massa dos mesmos, ou seja, quanto maior o número de cogumelos colhidos por dia, menor foi a sua massa, independentemente do tipo de solo utilizado e/ou ambiente de cultivo. Como por exemplo, um basidioma colhido no solo 1 aos 92º dia, possuía 68 gramas (Dalsem); ou no solo 2 aos 87 diaº, com 88 gramas (Dalsem), valores semelhantes também foram observados na estufa rústica, com basidiomas coletados no solo 3, aos 63º dia, e no solo 5, aos 22º dia, possuindo a massa de 88 e 86 gramas respectivamente.

Pardo et al. (2002b) encontraram o mesmo resultado no cultivo de *A. bisporus*. Os autores ressaltam ainda que, quanto maior a frutificação e o desenvolvimento dos basidiomas, maior a uniformidade dos mesmos, porém estes tendem a possuir um tamanho e uma dureza reduzido, devido sua produtividade elevada.

Comparando os dados de *A. blazei* do presente experimento com dados de *A. bisporus* da literatura, e transformando os resultados para ambos ficarem na mesma unidade (número de basidiomas/m²), o número de basidioma obtido no solo 1 “estufa”, será multiplicado por 3,333 (pois uma caixa utilizada no experimento possui 0,3 m²), então temos 130,37 basidiomas x 3,333 fator de correção por unidade de área, isto resulta em 434,5 basidiomas; sendo esta a quantidade de basidiomas colhidos no solo 1 produzido na estufa em 1m² de área de composto (utilizou-se o solo 1 devido ter apresentado a maior quantidade de basidiomas no cultivo).

Pardo et al. (2003b) trabalhando com solo misturado com turfa de musgo tipo *sphagnum* colheu 1.448 basidiomas/m²; Singh et al. (2000) trabalhando com esterco de estaleiro de fazendas (um ano curtido) e composto exaurido (dois anos curtido) verificou 1.222 basidiomas colhidos na camada de cobertura à base de esterco e 1.413 basidiomas colhidos na camada à base de composto exaurido. Resultados estes bem superiores ao encontrado no presente experimento.

6.1.5 Massa de basidiomas

Os valores de massa de basidioma, em função do tipo de solo e/ou ambiente de cultivo, apresentaram diferença significativa entre si, ao teste Tukey à 5% (Tabela 10). O único fator que não exerceu diferença, em todas as variáveis de cultivo analisadas (produção, produtividade, eficiência biológica, número e massa de basidioma), foi a profundidade de coleta do solo.

Tabela 10. Massa média de basidioma (g).

Solo ¹	Ambiente		Profundidade		Média ³
	Dalsem	Estufa	Barranco	Superfície	
1	18,49	16,39	16,75	18,13	17,44 b
2	20,85	17,38	19,48	18,75	19,12 ba
3	20,50	20,54	20,70	20,34	20,52 a
4	19,95	20,15	20,21	19,89	20,05 a
5	20,25	19,65	20,78	19,12	19,95 a
Media ¹	20,01 A	18,82 B	19,58 A	19,25 A	
DMS	0,94		0,94		2,09
CV, %			15,63		

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

² Para cada fator isolado (ambiente ou profundidade) médias com letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

³ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Torna-se claro as observações verificadas no item anterior, ou seja, a maior massa de basidiomas foi encontrada no ambiente que resultou menor número de basidiomas colhidos (câmara climatizada “Dalsem”), o qual apresentou massa de basidioma de 20,01 gramas e número destes ao final do cultivo de 79,33. O mesmo ocorreu para as combinações de solo, sendo que o solo 1 tendeu a resultar número maior de basidiomas (111,78), mas com massa significativamente menor (17,44 g).

Outro fator que contribuiu com os resultados de massa de basidiomas obtidos no presente experimento, possui correlação com a porosidade, ou seja, solos com porosidade maior (Tabela 17), apresentaram massas reduzidas de basidioma; o mesmo resultado também foi observado por diversos autores (FLEGG, 1953; RAINEY et al., 1986; PARDO et al., 2002b). Estes dados serão discutidos no item 6.3.1.4.

Com relação às massas de basidiomas obtidas por outros autores. Os resultados apresentados no presente experimento são menores, que os valores entre 30 a 40g (KOPYTOWSKI FILHO, 2002) e 57,1 – 72,4g (CAVALCANTE, 2003). Um fator que pode ter contribuído diretamente na massa de basidiomas destes experimentos, diz respeito da característica genética das linhagens utilizadas pelos respectivos autores.

Porém, resultados semelhantes também foram verificados. Siqueira (2006) encontrou massa de basidioma entre 18,6 a 19,9 g, trabalhando com inoculação de bactérias e fungo no composto (*Scytalidium thermophilum*). Já Kopytowski Filho (2006) obteve resultados médios entre 26,66 a 13,86 g; o autor trabalhou com câmara climatizada e caixas com 12 – 12,5kg de composto objetivando testar o efeito e o tempo da suplementação nitrogenada do composto.

A massa de basidiomas obtida em alguns experimentos de *A. bisporus* possui alguma semelhança com a massa obtida no presente experimento. Pardo et al. (2003b) encontrou as medias de 11,7 a 18,02 g utilizando a linhagem Pla 8.9; utilizando a linhagem Blancochamp BL – 40 verificou 8,13 a 17,57 g e utilizando a linhagem Gurelan 45 obteve 11,24 a 17,10 g, todas as maiores massas encontradas foram utilizando apenas solo, como camada de cobertura.

Com relação à massa de basidiomas durante os fluxos de colheita, estes estão ilustrados na Figura 15, tanto no ambiente climatizado quanto na estufa rústica, utilizando as 5 combinações de solos. Verificou-se que não existe relação entre massa de basidioma e o tempo de colheita, ou seja, informações relatadas por alguns fungicultores nem sempre devem ser levadas como base, os quais afirmam que o primeiro e o segundo fluxo apresentam basidiomas de massa elevada, já os demais fluxos resultam em basidiomas de massas reduzidas.

De acordo com a Figura 24, os solos 1 e 2 apresentaram todos os fluxos com maior massa no ambiente climatizado (Dalsem). Outra vez, observou-se a tendência de que, a massa de basidioma está relacionada com o número destes e não com o tempo de colheita. No solo 1, o 5º fluxo (ambiente climatizado) apresentou massa média de basidiomas de 49 g, isto durante os 4 dias de colheita.

Com relação ao cultivo realizado na estufa rústica, observou-se uma variação reduzida nas massas de basidiomas ao longo do cultivo (6 fluxos), os quais os solos 1,

3 e 5, variaram 27, 37 e 36%, respectivamente. Por outro lado, os solos 2 e 4 apresentaram uma variação elevada na massa dos basidiomas, com 43% e 52% respectivamente.

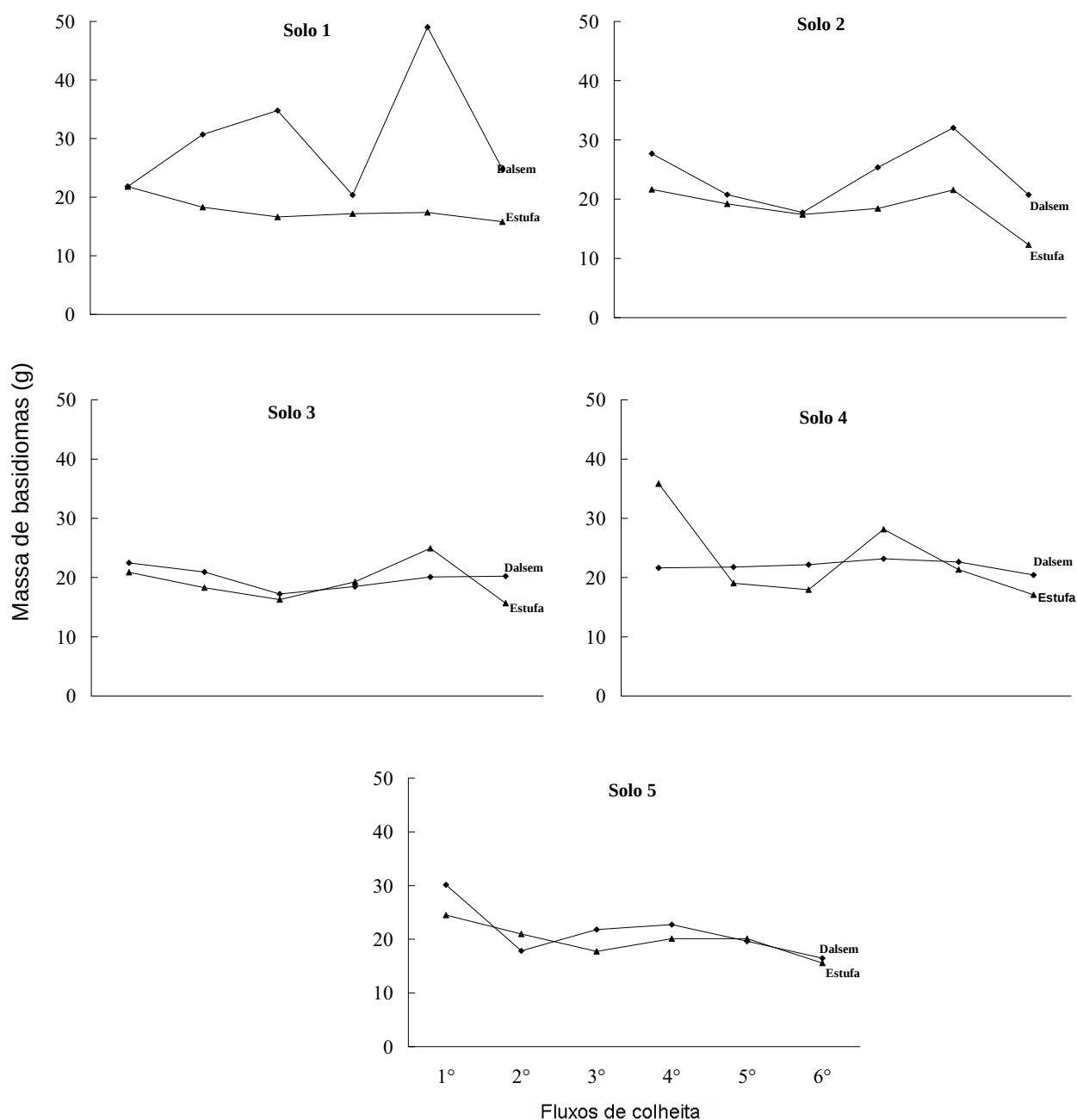


Figura 15. Massa de basidioma, nos 6 fluxos de cultivo, em ambos os ambientes de cultivo.

Já na câmara climatizada, os solos 3 e 4 apresentaram as menores variações nas massas de basidiomas ao longo do cultivo (6 fluxos), com 23 e 11%,

respectivamente. Já os solos 1, 2 e 5 apresentaram 58, 44 e 45% de variação, na massa dos basidiomas durante os fluxos. Acredita-se que este resultado seja altamente influenciado devido às características físicas do material utilizado como camada de cobertura (textura, porosidade e capacidade de retenção de água), principalmente devido o solo 3 ter apresentado em ambos os ambientes média de massa entre os fluxos mais uniforme.

Combinações de solos que apresentam variação elevada entre os fluxos ao longo do cultivo (exemplo – solo 1 “Dalsem”), não são indicados para a produção de *A. blazei*, uma vez que a comercialização de basidiomas é realizada em função de características físicas apresentadas pelos cogumelos (tamanho e massa). Assim o fungicultor sofrerá variações elevadas no preço de seu produto ao longo do cultivo.

Com os resultados obtidos de produção, produtividade, eficiência biológica, precocidade, número e massa de basidiomas, pode-se concluir que o solo 4 pode ser uma opção adequada para o uso como camada de cobertura em ambiente climatizado (Dalsem). Já no cultivo em estufa rústica, o solo 3 também apresentaria as melhores características para a produção de *A. blazei*, sendo estas conclusões realizadas, devido a valores apresentados estatisticamente, que às vezes não deveriam ser considerados.

6.2 Variáveis Ambientais

Devido o fator ambiente ter exercido diferença significativa em todas as variáveis de produção de basidiomas, este será caracterizado e discutido a seguir.

6.2.1 Câmara climatizada (Dalsem Mushrooms)

Ao contrario do que se esperava, a câmara climatizada apresentou os menores valores com relação à produção, produtividade, eficiência biológica e número de basidiomas, quando comparado ao cultivo realizado na estufa rústica. Acredita-se que estes resultados ocorreram devido uma série de fatores, tais como: ventilação, reciclagem de ar e quantidade de substrato cultivado por área (m²) inadequados, os quais se correlacionam entre si.

OEI (2003) ressalta a fundamental importância do manejo das variáveis ambientais para a indução de primórdios e conseqüente produtividade de *A. bisporus*. Fatores como temperatura ambiente e do composto, umidade relativa e teores de CO₂ são recomendações indispensáveis para o controle e a homogeneização da produção.

Braga (1999), trabalhando em condições ambientais controladas na ausência de luz, evidenciou um ciclo de produção mais curto (108 dias) com início das frutificações em menor tempo (30 dias), quando comparado ao cultivo em estrutura rústica coberta com bambu. O autor também utilizou em sua pesquisa estufa plástica, a qual não apresentou diferença no início da frutificação e na produtividade quando comparado ao cultivo em condições ambientais controladas.

O manejo da temperatura do ambiente e do composto aliado a teores de umidade relativa, ventilação e quantidade de ar reciclado foram as variáveis utilizadas no presente experimento para a indução de primórdios. O comportamento das variáveis ambientais, ao longo dos 120 dias de cultivo, após a adição das camadas de cobertura sobre o composto colonizado na câmara climatizada, é apresentado na Figura 16.

Utilizou-se a temperatura ambiente para a redução da temperatura do composto, visando à indução de primórdios. O manejo utilizado refletiu-se nos seis fluxos de colheita, sendo estes estabelecidos nos 20, 34, 53, 71, 89 e 108 dias após a adição da camada de cobertura (Figura 16 e 17), porém estudos devem ser realizados utilizando maior tempo entre os fluxos e menor número destes (máximo quatro fluxos).

Segundo Couvy (1972), para se permitir a frutificação de *A. bisporus*, é necessário uma redução de 7 a 9°C na temperatura do composto, em relação à temperatura ótima de incubação (crescimento miceliano do fungo). Assim, para a obtenção dos fluxos na câmara climatizada, adicionou-se água nas camadas de cobertura até atingir $\pm 37\%$ de umidade e, em seguida, a temperatura do composto foi reduzida em $\pm 2^\circ\text{C}$ por dia até atingir 20°C, situação em que permaneceu por 24 horas.

Posteriormente, elevou-se a temperatura do composto em $\pm 2^\circ\text{C}$ por dia, até que a mesma atingir 28°C (temperatura de frutificação); aos 26°C já se evidenciava o surgimento de alguns primórdios. Este manejo foi realizado de maneira a se obter fluxos com ± 4 dias de colheita e intervalos entre os mesmos de ± 15 dias (KOPYTOWSKI FILHO, 2006).

Outro manejo realizado no presente experimento, foi reduzir a temperatura do composto para 26°C no segundo e terceiro fluxo (Figura 17), evitando-se um crescimento acelerado dos basidiomas, visando assim à obtenção de basidiomas com características físicas ideais: tamanho e massa. Contudo, este manejo não exerceu efeito de ganho de massa dos basidiomas, como pode ser visto na Figura 15, talvez pelo fato da redução da temperatura ter sido apenas de 2°C. Assim outros estudos devem ser realizados, reduzindo pelo menos 4 - 6°C a temperatura do composto, visando um aumento de massa e qualidade dos basidiomas.

Com relação à umidade relativa, este foi mantido sempre em níveis recomendados pela literatura. Adotou-se este padrão para o fator umidade, visando reduzir o gradiente de evaporação entre a camada de cobertura e a umidade do ar; durante a corrida do micélio “crescimento vegetativo” níveis de 85-95% de umidade foram estabelecidos e durante a formação de primórdios “crescimento reprodutivo” os níveis foram de 75-85%, esta redução foi realizada para facilitar a condução de nutrientes do composto até os basidiomas (PARDO et al., 2002a).

Hermans (1988) recomendou níveis de umidade acima de 95% até o início da frutificação, 90-95% durante a formação de primórdios e 80-85% durante o desenvolvimento destes. Minhomí et al. (2005) recomendam níveis de umidade entre 85-90% após a adição da camada de cobertura, para *A. blazei*.

Os manejos da renovação de ar e da ventilação dentro da câmara climatizada, foram de: 10-45% e 10-60%, respectivamente para renovação de ar e ventilação, nos 13 primeiros dias de cultivo (Figura 16). Este manejo foi realizado visando elevar o teor de CO₂, e induzir um crescimento vegetativo do micélio, para conseqüente indução de primórdios com aumento da ventilação e renovação de ar.

Autores ressaltam a importância de manter o nível de CO₂ entre 2.000-4.000 ppm durante o crescimento vegetativo do micélio na camada de cobertura e, em seguida, quando se deseja mudar o crescimento vegetativo para reprodutivo, deve-se reduzir o teor de CO₂ para 340-800 ppm, isto para o cultivo de *A. bisporus* (LONG; JACOBS, 1968; VAN GRIENSVEN, 1988; OEI, 2003).

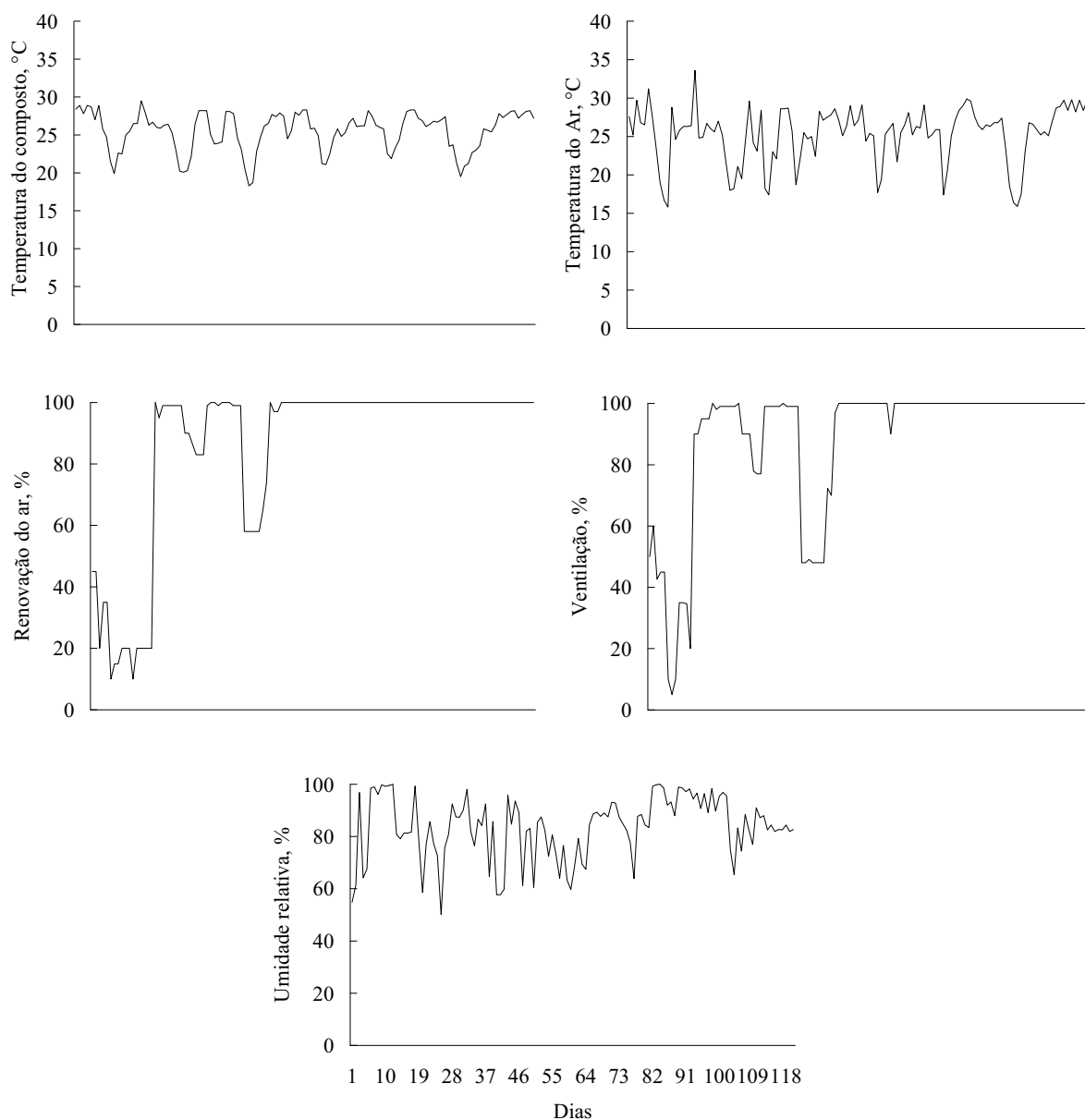


Figura 16. Dados médios de temperatura do composto e do ambiente, umidade relativa, renovação do ar “air damper” e ventilação, conduzidas ao longo do cultivo no ambiente climatizado.

Um dado interessante foi observado no presente trabalho, onde o primeiro fluxo de colheita, se esperava grande quantidade de cogumelos e produtividade elevada, o que não ocorreu (Figura 17). Kopytowski Filho (2006), trabalhando com ambiente climatizado, obteve também colheita reduzida no primeiro fluxo, ao vigésimo terceiro dia após a adição da camada de cobertura. Em condições de estufas semi-controladas ou em estufas

rústicas, não ocorre produção reduzida de basidiomas no 1º fluxo, como pode ser verificado no presente experimento e também em experimentos realizados por outros autores (KOPYTOWSKI FILHO, 2002; MINHONI et al., 2006; ZIED, 2007).

O comportamento da produção de basidiomas no solo 4 pode ser visto na Figura 17, em função do manejo de variáveis ambientais, e as faixas de recomendações de temperatura e umidade, no cultivo de *A. blazei* [de BRAGA et al., (1998) e MINHONI et al. (2005)].

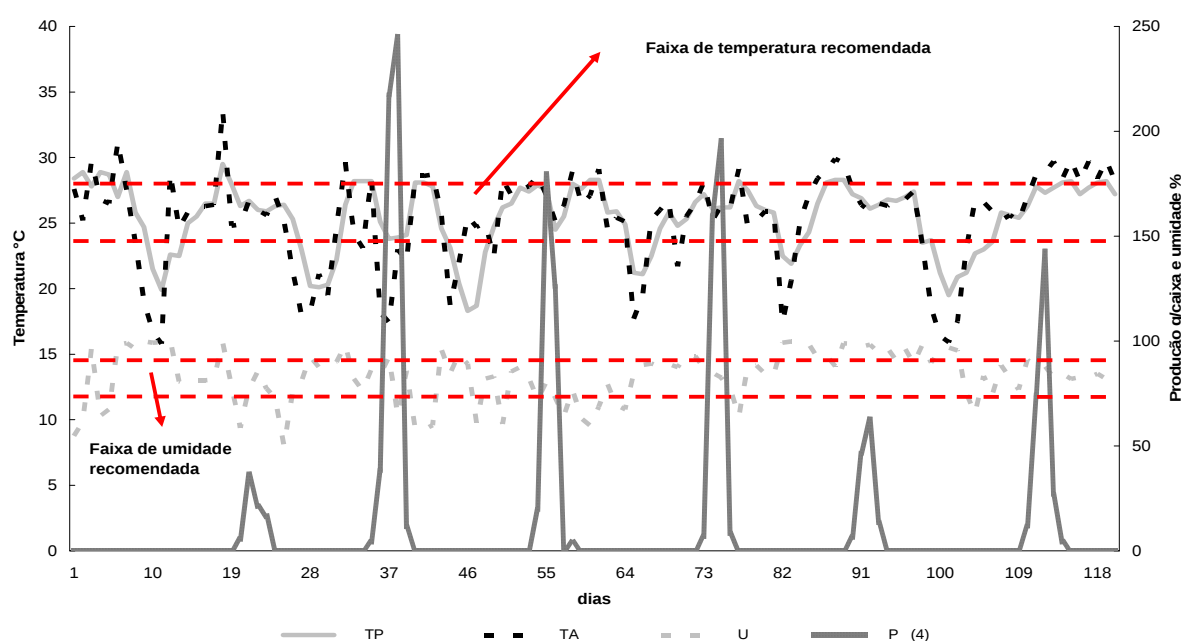


Figura 17. Produção do solo 4 e manejo das variáveis ao longo dos 120 dias de cultivo.

Acredita-se que valores tão reduzidos de produção no primeiro fluxo de colheita na câmara climatizada, se deram devido a dois fatores: o grau de maturação e desenvolvimento do micélio e a ventilação e renovação de ar insuficientes dentro da câmara climatizada, não atingindo níveis ideais de aeração para se obter uma frutificação elevada. Os dados de ventilação e renovação de ar foram medidos ao longo do cultivo e serão discutidos a seguir.

Porem Date e Mizuno (1997) verificaram que no cultivo de *A. bisporus*, quando o micélio estiver bem distribuído sobre a camada de cobertura, a temperatura deve ser reduzida e a umidade relativa e a ventilação deve ser aumentada com a finalidade de estimular

a formação dos primórdios. No presente experimento o micélio encontrava-se bem distribuído na camada de cobertura, quando se procedeu este manejo (antes do primeiro fluxo), porem não se obteve uma produtividade elevada (Figura 18). Acredita-se que a ventilação e a renovação de ar não foram suficientes para suprir a demanda de CO₂ produzida pelo *A. blazei*.



Figura 18. Camada de cobertura colonizada, antes da frutificação do primeiro fluxo.

Tanto que antes do início do primeiro fluxo elevou-se a ventilação e a reciclagem de ar para 80-100% e 75-100% respectivamente (Figura 16), até o final do segundo fluxo, 40 dias após a adição da camada de cobertura. Neste período entre o primeiro e segundo fluxo, no qual os níveis de ventilação e reciclagem de ar foram mantidos elevados, deve ter favorecido para uma boa produtividade no segundo fluxo.

Após o final do segundo fluxo, os níveis de ventilação e renovação de ar foram reduzidos para 50% e 60%, situação em que permaneceram por 3 dias. Em seguida, a ventilação e a renovação de ar foram elevadas para os níveis máximos e mantidas até o final do cultivo (Figura 16). Esta redução da ventilação e renovação de ar realizada no 43º dia, teve como objetivo estimular, aumentar e recuperar a quantidade de micélio na camada de cobertura, perdida com a frutificação.

Porem este manejo pode ter influenciado negativamente no terceiro fluxo, que apresentou uma redução de 36% na produção, quando comparado com o segundo fluxo. Já no quarto fluxo, verificou-se um aumento de 11% na produção em comparação ao terceiro fluxo.

No quinto fluxo de colheita, a produção de basidiomas foi pequena, e mesmo assim os basidiomas apresentaram sinais de excesso de CO₂, como pode ser observado na Figura 19. Estes sinais foram observados com um crescimento longo do estípite e presença de micélio cotonoso na base do mesmo.

Assim, procedeu-se a medida da ventilação na câmara climatizada e constatou-se que valores de 100% de ventilação, correspondiam a 7.635 m³/h, sendo este talvez insuficiente para suprir a necessidade de oxigênio necessário ao metabolismo do micélio e conseqüente formação e desenvolvimento de *A. blazei*. O valor recomendado para a indução e desenvolvimento de primórdios para o cultivo de *A. bisporus* é de 4.000 a 4.500 m³/h (DESCHAMPS, 2005).

Porém, OEI (2003) ressalta que uma ventilação elevada na câmara de cultivo pode trazer sintomas indesejados na produção de *A. bisporus*, como a rachadura dos basidiomas. Estes sintomas não foram observados no presente experimento.

Estes resultados não podem ser confirmados unicamente levando em conta a ventilação (quantidade de ar introduzido na câmara de cultivo), mas outros fatores também são relevantes, tais como: renovação do ar na mesma, aliado a uma super população de composto por m², os quais poderiam também estar influenciando no acúmulo de CO₂.

O sintoma de excesso de CO₂ apresentado pelos cogumelos na câmara climatizada acabou comprovado quando os cogumelos foram comparados com os produzidos na estufa rústica, os quais não apresentavam os mesmos sintomas. Ambos os cogumelos visualizados foram registrado com fotos e colhidos no mesmo dia (Figura 19 e 21).

Após o quinto fluxo, não se esperava mais produção de basidioma, devido a redução da produção dos fluxos anteriores, contudo não se reduziu a ventilação e nem a reciclagem de ar. O manejo adotado para a indução do 6º fluxo foi apenas aumentar o tempo entre o quinto e sexto fluxo, em 3 dias a mais de corrida do micélio, para conseqüente indução de primórdios (através da redução de temperatura). A produção obtida no sexto fluxo foi razoável, representando 15% da produção total durante o período de cultivo, valores estes superiores aos obtidos no primeiro e quinto fluxos.

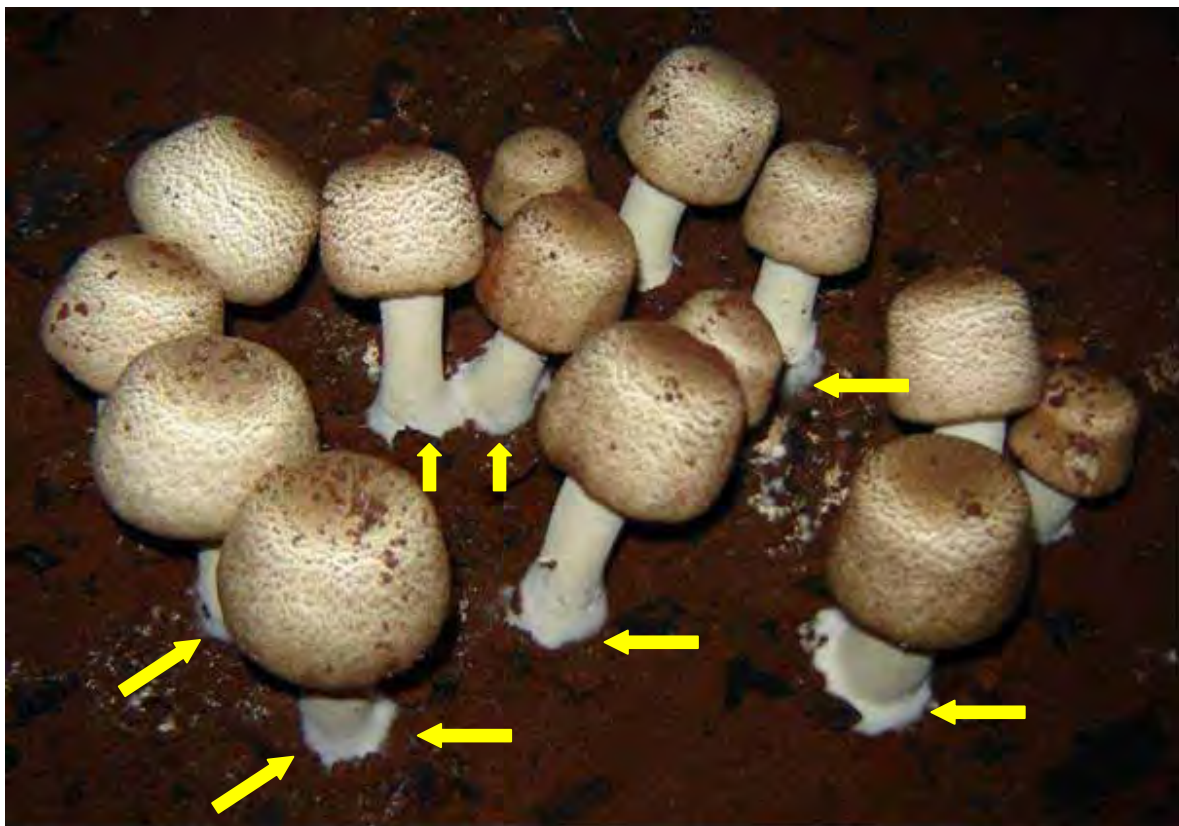


Figura 19. Basidiomas com sinais de excesso de CO_2 , produzidos no ambiente climatizado, durante o quinto fluxo de colheita.

6.2.2 Estufa Rústica

Os resultados de produção, produtividade, eficiência biológica e número de basidiomas na estufa rústica foram superiores aos encontrados na câmara climatizada, resultado também observado por Bittencourt (2003). Estes fatores deram-se devido às condições climáticas favoráveis apresentadas ao longo do experimento (Figura 20).

De maneira geral, o controle das variáveis era realizado apenas para manter a temperatura do composto e a umidade relativa em níveis ideais recomendados por Braga et al. (1998) e Minhoni et al. (2005). Não se utilizou estes fatores para induzir choques térmicos no composto e consequentemente produção de primórdios.

Durante o cultivo, níveis ideais de umidade relativa (75 a 95%), temperatura do ar e do composto (24°C e 28°C) foram obtidos em apenas 18%, 52% e 71% dos dias totais de cultivo, respectivamente para os valores de umidade, temperatura do ar e

temperatura do composto (Figura 22). Este ultimo fator (temperatura do composto) contribuiu diretamente para que se obtivesse maior produtividade na estufa rústica do que na câmara climatizada.

Com relação às variações climáticas, Eira (2003) verificou que em estufa coberta com lona plástica ocorre variações de temperatura entre 15 a 35°C, as quais resultaram em produtividade maior, quando comparado a produção de *A. blazei* em câmara de cultivo, com temperatura constante de 25°C. O autor ressalta também que não ocorre frutificação de basidiomas em câmara de cultivo com a temperatura constante de 15°C. No presente experimento a temperatura da estufa variou de 20,4 a 36,8°C e do composto variou de 20,5 a 31°C (Figura 20).

O comportamento das variáveis ambientais ao longo dos 120 dias de cultivo na estufa rústica, pode ser observado na Figura 20.

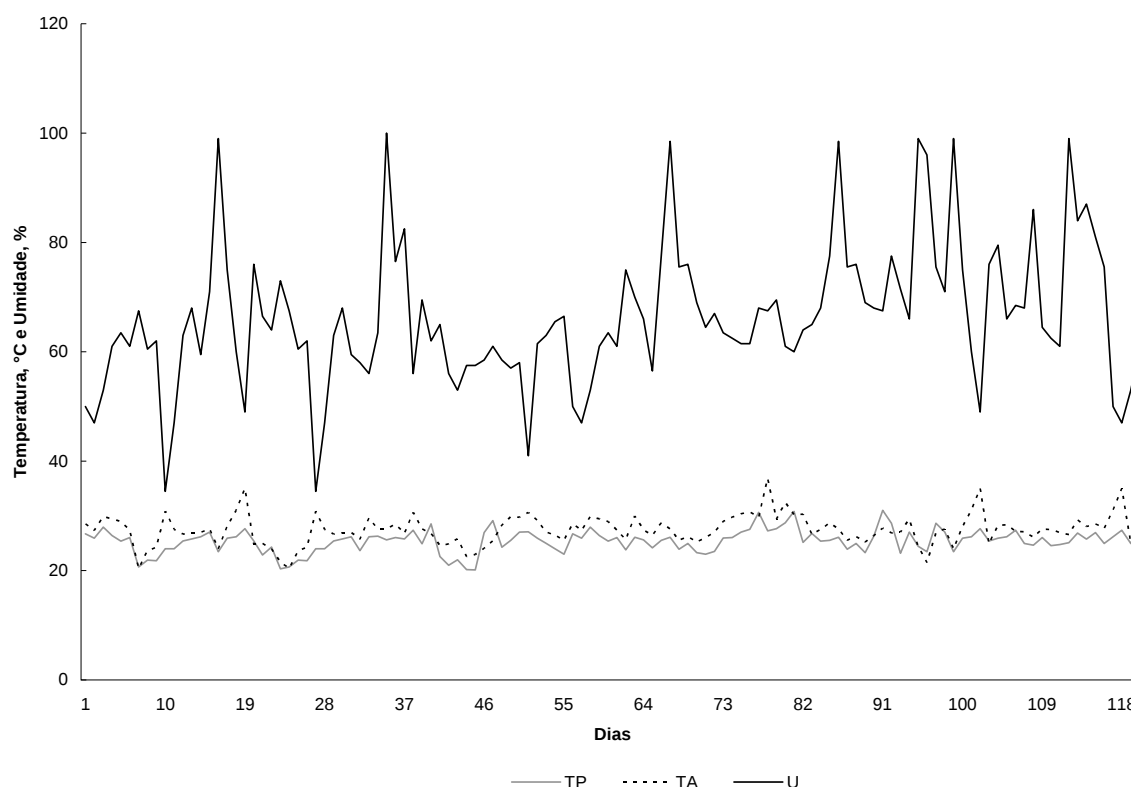


Figura 20. Comportamento das variáveis durante a produção de basidiomas na estufa rústica (TP – temperatura do composto, TA – temperatura do ar e U – umidade relativa), nos 120 dias de cultivo.

Apesar do *A. blazei* ser considerado um cogumelo de clima quente, o mesmo apresenta redução na produção em regiões que possui o verão com temperatura acima de 28°C e amplitude térmica baixa (MINHONI et al., 2005).

A umidade, tanto na camada de cobertura quanto no ambiente, também são fatores importantes do sistema, sendo indispensável a sua avaliação, controle e condicionamento (BRAGA, 1999). Porém, no presente experimento, o cultivo em estufa rústica apresentou valores reduzidos de umidade do ar na maioria dos dias ao longo do experimento, provavelmente este fator não resultou negativamente na produção de basidiomas.

Outros fatores que também contribuíram para a maior produtividade na estufa foram: pouca variação na temperatura do dia, intervalos de dias frios característicos (dias 23 ao 26; 41 ao 45 e 98 ao 99) e elevada frequência de precipitação (onde ocorria variações no teor de CO₂ da atmosfera e consequentemente no interior da estufa).

Com relação à deficiência de CO₂ apresentado no ambiente climatizado, o mesmo não foi verificado na estufa rústica, tanto que no mesmo dia em que foi registrado o sintoma de excesso de CO₂ na câmara climatizada (quinto fluxo), foi também verificado as condições que os cogumelos se encontravam na estufa rústica e nenhum sinal foi evidenciado.



Figura 21. Basidiomas de *A. blazei* produzidos em estufa rústica, não apresentando sinais de excesso de CO₂.

O primeiro, segundo e terceiro fluxo de produção ocorreram devido à redução da temperatura (Figura 22). Esta redução também apresentava uma variância de $\pm 8^{\circ}\text{C}$, conforme choque térmico realizado para indução de primórdio no ambiente climatizado, mas a única diferença era a frequência e o tempo em que a temperatura era reduzida.

No primeiro fluxo, aos 19 dias após a adição da camada de cobertura, a temperatura ambiente e do composto foi reduzida de 35 e 27,6°C para 20,65 e 20,4°C (24° dia) e ao 26° dia ocorreu o primeiro fluxo de colheita, com duração de 12 dias (um detalhe importante é que a temperatura do composto só retorna a faixa recomendada ao 29° dia e permanece na faixa recomendada até o 40° dia).

Este decréscimo na temperatura originou praticamente dois fluxos de colheita, sendo que o segundo iniciou ao 40° dia e se estendendo até o 45° dia. O primeiro e o segundo fluxo representaram aproximadamente 20 e 12%, respectivamente do total da produção de *A. blazei* deste experimento na estufa rústica.

Siqueira (2006) trabalhando com microorganismos durante o processo de compostagem verificou o surgimento dos primeiros cogumelos aos 31 dias após a adição da camada de cobertura, e o término do primeiro fluxo após 15 dias de colheita, com produtividade de 35%, totalizando assim 46 dias de cultivo. No presente experimento ao 45° dia, já se tinha obtido o 1 e o 2° fluxo de colheita, porém com produtividade reduzida ao apresentado por Siqueira (2006).

O terceiro fluxo ocorreu devido à redução da temperatura ocorrida aos 40 dias após a adição da camada de cobertura, onde a temperatura ambiente e do composto passou de 28,5 e 26,8°C para 20,1 e 22,5°C (43° dia) e ao 50° dia ocorreu a formação de primórdios e conseqüente a colheita, com duração de 8 dias (observa-se que a temperatura do composto retorna a faixa recomendada ao 46° dia, ou seja, o choque térmico durou apenas 6 dias, enquanto que o choque térmico do primeiro fluxo e do segundo fluxo durou 10 dias).

Este fator pode ter influenciado o terceiro fluxo, reduzindo o período de colheita dos basidiomas, ou seja, do 50° dia até o 58° dia. Este fluxo não pode ser comparado com o segundo fluxo, pois o segundo fluxo já vinha de 12 dias de colheita provindo da redução da temperatura ocorrida no 24° dia. Contudo os fluxos obtidos em estufas, costumam ser mais longo durando em média 10 a 15 dias, quando comparado-os com os obtidos em ambiente climatizado, com duração de 4 a 5 dias.

Assim, Braga (1999) ao trabalhar com choques térmicos ressalta que existem indícios de que o *A. blazei* possua alguma resposta fisiológica para a indução de frutificações, com comportamento similar ao do *A. bisporus*, ou seja, em picos periódicos de produção também (NOBLE et al., 2003; NOBLE; DOBROVIN-PENNINGTON, 2005). Bitterncourt (2003) ao testar diversas linhagens de *A. blazei*, afirma que realmente existe uma correlação entre produção de basidiomas e choques de indução.

A Figura 22 ilustra o comportamento da produção de basidiomas, do solo 3, em função do manejo das variáveis ambientais, seguindo as faixas de recomendações (temperatura e umidade) apresentadas para o cultivo de *A. blazei* (BRAGA et al., 1998; MINHONI et al., 2005).

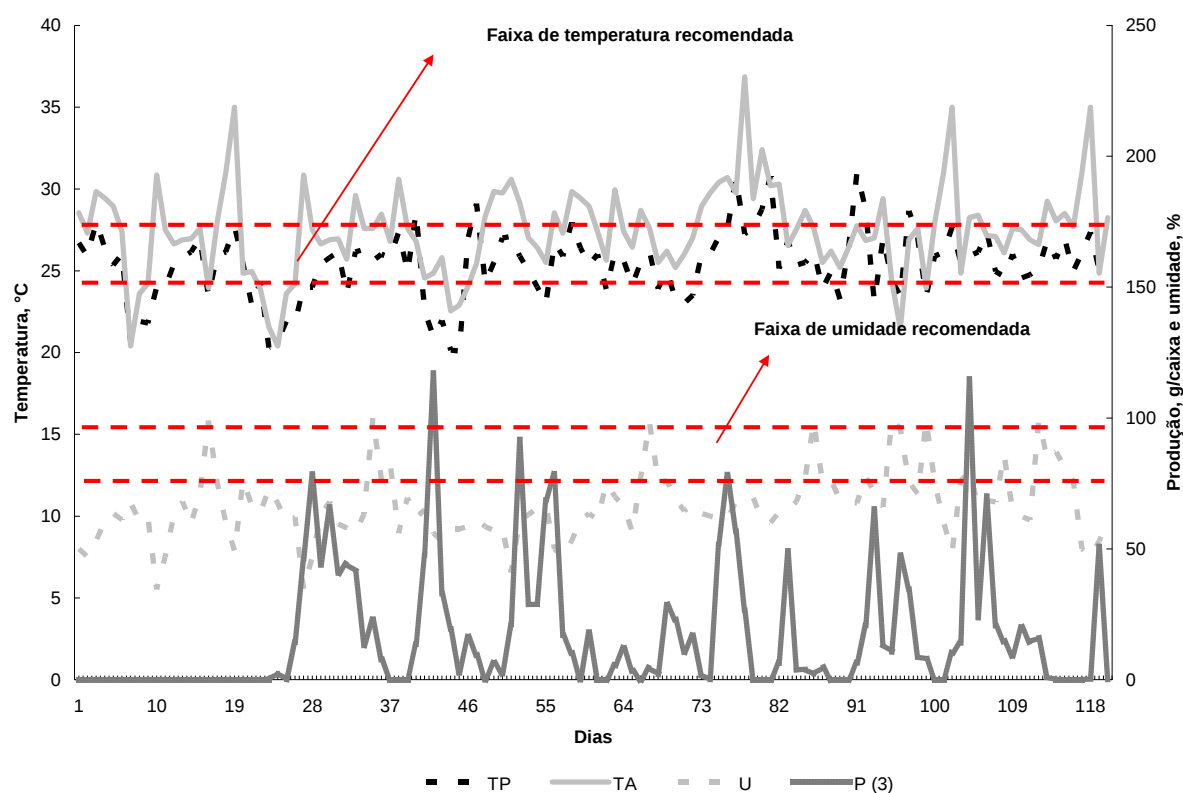


Figura 22. Produção do solo 3 e manejo das variáveis ao longo dos 120 dias de cultivo.

Após o terceiro fluxo não se verificou a influencia da redução da temperatura nos fluxos de colheita (abaixo de 24°C – faixa recomendada). Supõe-se que os demais fluxos tenham sido influenciados pelas constantes precipitações ocorridas aos 85, 93,

97 e 110 dias após a adição da camada de cobertura, com alterações no teor de CO₂. Os níveis máximos de umidade na estufa (100%) atingiu-se com as precipitações, conforme Figura 22.

Braga (1999), ressalta a importância do ambiente de cultivo na escolha da massa do substrato a ser cultivado e na espessura da camada de cobertura a ser adicionado sobre o composto de *A. blazei*. O autor explica que estes fatores estão totalmente relacionados e possuem ligação direta nos resultados de produtividade e eficiência biológica, além de que, qualquer variável física que seja aplicada ao cultivo de cogumelo, a condição climática sempre será um dos fatores limitantes da produção.

Assim conclui-se que o cultivo na estufa rústica possibilitou maior produtividade e eficiência biológica no presente experimento. Contudo, o cultivo em estufas rústicas nem sempre apresentará condições ambientais favoráveis à produção de cogumelos; estas podem sofrer alterações e interferir diretamente no cultivo, causando danos na produção ou até perda de lotes inteiros de composto. Já o cultivo em câmaras climatizadas possibilita uma maior segurança, constância e uniformidade na produção dos cogumelos (principalmente pelo fato de se isolar o meio externo), com a possibilidade de se realizar 3 ciclos de cultivo estáveis ao longo do ano.

6.3 Variáveis da camada de cobertura

6.3.1 Características físicas

6.3.1.1 Textura

Os dados de textura das combinações de solos utilizados no presente experimento, demonstram textura muito argilosa (solo 1), argilosa (solo 2 e 3), franco argiloso (solo 4) e franco argilo-arenoso (solo 5) conforme Lemos e Santos (1996), as quais foram correlacionadas com a produtividade (Tabela 11).

As combinações de solos 3 e 4, com teores de areia entre 462,5 – 556,5 g kg⁻¹; argila entre 411,5 – 352,5 g kg⁻¹ e silte entre 126,5 a 90,65 g kg⁻¹, podem ser indicados para o cultivo em ambientes semi-controlados e climatizados (conforme citado no item 6.1.5.).

Devido estas combinações de solos utilizados como camadas de cobertura, apresentaram os melhores resultados com relação as variáveis do cogumelo.

Tabela 11. Textura das combinações de solos, utilizadas para a produção das camadas de cobertura.

Solo ¹	Areia Grossa (AG)		Areia Fina (AF)		Areia Total (AT)		Argila	Silte
					(g kg ⁻¹)			
1	32,50	E	126,83	E	159,33	E	567,33 A	273,33 A
2	117,33	D	240,17	D	357,50	D	471,17 B	163,83 B
3	160,50	C	302,17	C	462,50	C	411,33 C	126,17 C
4	215,33	B	341,50	B	556,67	B	352,67 D	90,67 D
5	258,00	A	384,50	A	642,83	A	293,17 E	64,00 E
CV, %	6,07		4,02		2,14		2,05	8,36
DMS	16,44		19,36		16,15		14,84	20,74

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Para cada coluna, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Lembrando que as camadas de cobertura foram adicionados de 25% de carvão vegetal (4:1; v/v), com a finalidade de aumentar a comunidade bacteriana, principalmente *P. putida*, indicada como indutora de primórdios no cultivo axênico de *A. bisporus* (NOBLE et al., 1999); elevar a capacidade de retenção de água e de aeração da camada de cobertura e reduzir a compactação da mesma, decorrente das freqüentes irrigações realizadas para a manutenção de um microclima úmido.

Pardo et al. (2003a), investigando um material substituto à turfa como camada de cobertura no cultivo de *A. bisporus*, selecionaram um solo de textura argilosa, com 470 g kg⁻¹ de areia, 260 g kg⁻¹ de argila e 270 g kg⁻¹ silte. Os autores ressaltaram ainda que o solo possuía densidade elevada e porosidade e capacidade de retenção de água reduzidas, quando comparado a turfa; porem resultados de produtividade não foram apresentados no presente trabalho.

No cultivo de *A. bisporus*, mistura de solo argiloso com solo húmico já foi utilizado como camada de cobertura. O solo húmico contribui na densidade e na estruturação da camada de cobertura (deixando-a mais aberta “aerada”). Porém, esta camada de cobertura possui duas desvantagens: risco elevado de contaminação por fungos e nematóides e perda da estrutura depois de irrigações freqüentes (STAMETS; CHILTON, 1983).

No presente experimento esta perda de estrutura também foi verificada na camada de cobertura à base de solo muito argiloso (solo 1), isto ocorreu devido o tamanho da fração argila, o que possibilita um maior arranjo entre as partículas causando assim a compactação do solo. Este processo é influenciado pela absorção de água do solo, caracterizando os movimentos de expansão e contração.

O mesmo não ocorreu com o solo de textura franco argilo-arenoso (solo 5), o qual não possui possibilidade acentuada de arranjo das partículas (devido o tamanho elevado da areia), evitando assim compactação da camada de cobertura. Os resultados de textura das combinações dos solos, coletados em duas profundidades (0,2 m e 2,0 m), estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Resultado de análise da textura dos solos coletados em duas profundidades.

Profundidade (metros)	Areia Grossa (AG)	Areia Fina (AF)	Areia Total (AT) (g kg ⁻¹)	Argila	Silte
0,2	165,40 A	282,40 A	447,87 A	411,60 B	140,53 A
2	148,07 B	275,67 A	423,67 B	426,67 A	146,67 A
CV, %	6,07	4,02	2,14	2,05	8,36
DMS	7,25	8,54	7,12	6,54	9,14

Para cada coluna, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

O solo coletado a 2,0 metros de profundidade “barranco”, possui teor de argila maior, do que o solo coletado a 0,2 metros de profundidade “superfície”, isto ocorre devido ao processo de eluviação da argila (Tabela 12).

Quantidade de areia, silte e argila são fundamentais para a escolha de um material a ser utilizado como camada de cobertura. Pardo et al. (2002a) relacionam a importância da utilização de materiais com estrutura aberta devido a interação de camada de cobertura e o efeito do CO₂ encontrado no ambiente de cultivo.

Esta importância pode ser verificada com os resultados de correlação apresentados na Figura 23 e 24, em que quantidades maiores de argila resultaram em produtividade menor. Camada de cobertura com quantidades elevada de argila resultam em um material de estrutura fechada, devido ao arranjo das partículas, e quantidade elevada de microporos. Estes fatores influenciam diretamente as trocas gasosas entre o composto e o ambiente.

Valores encontrados no presente experimento mostraram que teores de argila na quantidade de 371 g kg^{-1} resultaram em uma produtividade de 12,7%, enquanto que a quantidade de 342 g kg^{-1} de argila resultaram em numa produtividade mais elevada, ou seja, 18% de produtividade (Figura 23).

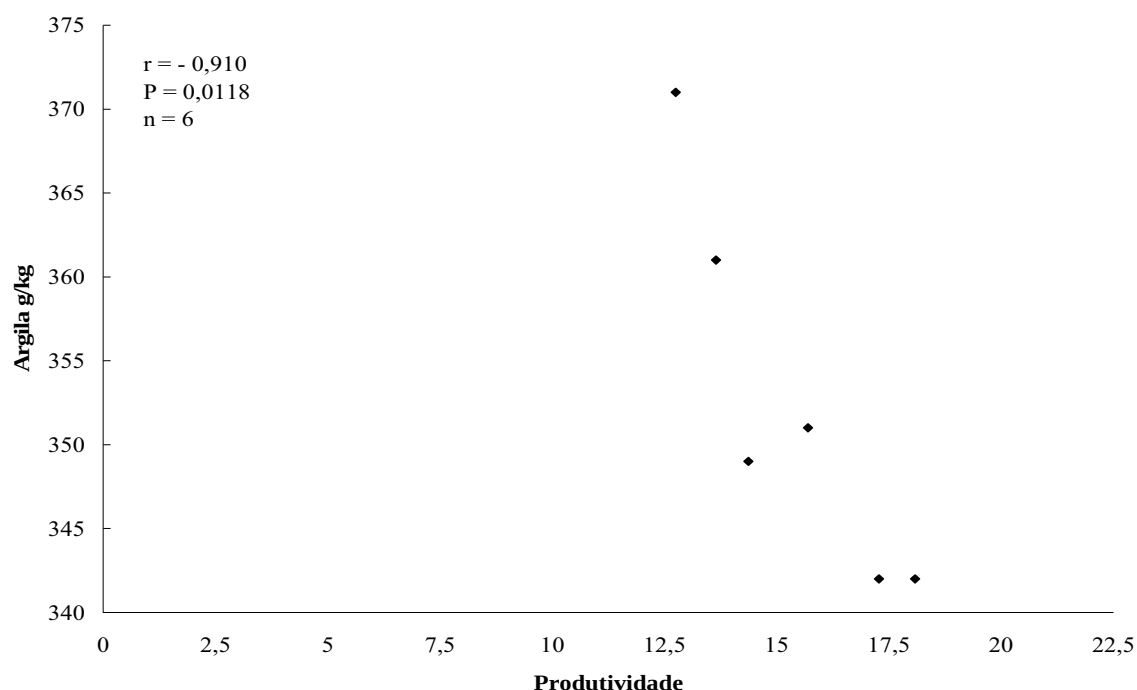


Figura 23. Correlação entre níveis de argila e produtividade do solo 4.

Segundo Rainey et al. (1986), materiais densos com proporções elevadas de partículas finas e espaço poroso com predominância de microporos, tendem a desenvolver quantidade reduzida de basidiomas com tamanho e massa elevada; já materiais com estrutura aberta, tendem a produzir um número elevado de basidiomas, porém, de massa reduzida. Resultados estes opostos aos verificados no presente experimento.

Também foi verificado correlação com os teores de silte, porem ao contrário da correlação negativa apresentada pela argila, observou-se uma correlação positiva entre os teores de silte e a produtividade de *A. blazei*, sendo claro a influencia que os tamanhos das partículas possuem sobre a produtividade, como podem ser verificados na Figura 23 e 24. Valores de 102 g kg^{-1} de silte, resultou em produtividade elevada, na ordem de 18%, enquanto que 84 g kg^{-1} de silte, resultou em produtividade reduzida, na ordem de 12,7%.

De acordo com os dados obtidos na Figura 23 e 24, teores ideais de areia, silte e argila para o cultivo de *A. blazei* seriam respectivamente de 556, 102 e 342 g kg⁻¹, isto nas condições apresentadas no presente experimento. Segundo a classificação textural do triângulo, desenvolvida por Lemos e Santos (1996), o solo ideal teria a textura franco-argiloso.

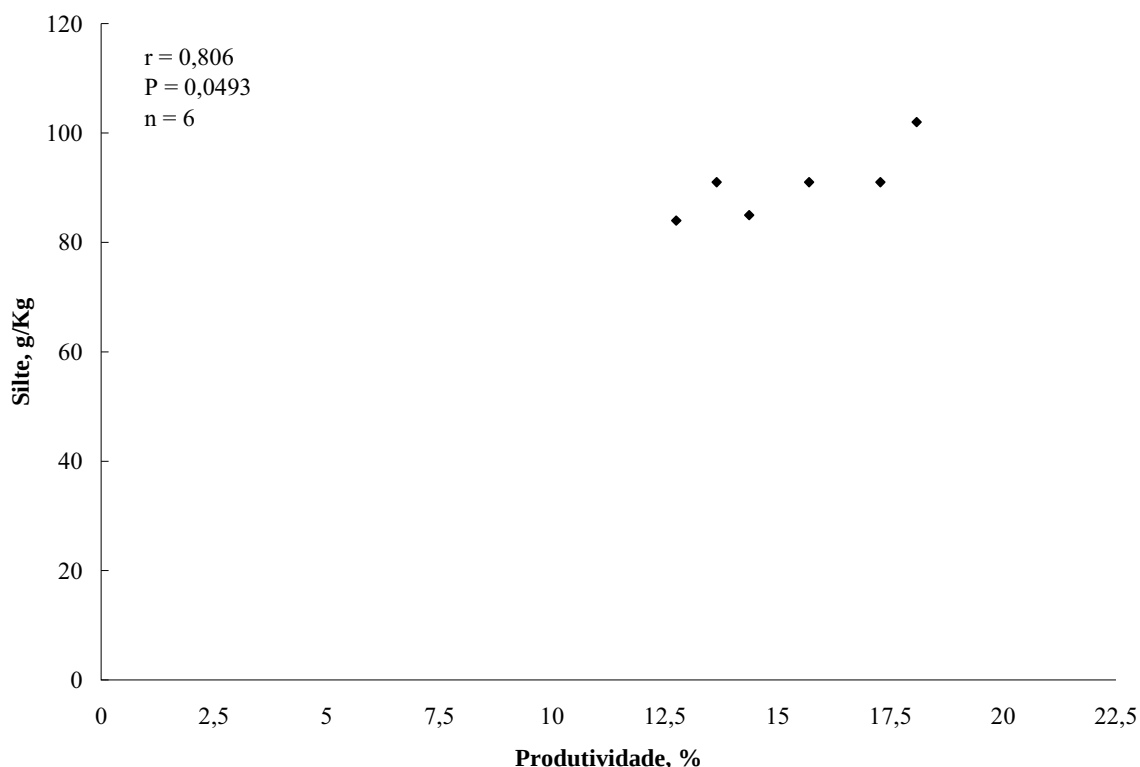


Figura 24. Correlação entre níveis de silte e produtividade do solo 4.

6.3.1.2 Densidade do solo

A densidade do solo é uma variável da camada de cobertura muito analisada no cultivo de cogumelos. Alguns materiais utilizados como camadas de cobertura no cultivo de *A. bisporus* apresentam os seguintes valores: solo (densidade 1,106 g cm⁻¹), turfa de musgo (densidade 0,075 g cm⁻¹), turfa preta (densidade 0,288 g cm⁻¹), fibra de coco (densidade 0,074 g cm⁻¹), fibra de madeira (densidade 0,038 g cm⁻¹) e composto à base de broto de videira (0,096 g cm⁻¹). Com relação à mistura destes materiais, tem-se: solo + turfa de musgo (4:1, v/v) - densidade 0,714 g cm⁻¹, solo + turfa preta (4:1, v/v) - densidade 0,726 g cm⁻¹; solo + fibra de coco (4:1, v/v) - densidade 0,691 g cm⁻¹, solo + fibra de madeira (4:1, v/v) - densidade 0,730 g

cm⁻¹ e solo + composto à base de broto de videira (4:1, v/v) - densidade 0,713 g cm⁻¹ (PARDO et al., 2003a).

Materiais de densidade baixa vêm sendo utilizados no cultivo de *A. bisporus*. O solo, por sua vez, possui densidade relativamente elevada quando comparado a outros materiais utilizados no cultivo de *A. bisporus*. Libardi (2006) adota alguns padrões de densidade com relação ao tipo de solo, sendo estes: solo arenoso (1,4 a 1,8 g/cm³), solo franco (1,25 a 1,4 g/cm³) e solo argiloso (1,0 a 1,25 g/cm³).

No presente experimento, os solos contendo quantidade elevada de areia possuíram os maiores valores de densidade. O mesmo foi observado com relação à profundidade de coleta dos mesmos; o solo coletado a 2,0 metros de profundidade apresentou densidade menor, devido à maior quantidade de argila (Tabela 13 e 14).

Tabela 13. Densidade das combinações de solos utilizadas como camadas de cobertura.

Solo	Densidade	
	g cm ⁻³	
1	0,952	D
2	0,988	D
3	1,027	C
4	1,258	B
5	1,377	A
CV, %	4,612	
DMS	0,080	

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Acredita-se que depois da adição de 25% de carvão vegetal nas combinações de solos, a densidade tenha sido reduzida. Não se analisaram a densidade das camadas de cobertura após a adição do carvão vegetal, devido à dificuldade de se retirar amostras indeformadas nos anéis volumétricos (devido à presença dos fragmentos de carvão).

Noble et al. (1999) observou que os valores de densidade da camada de cobertura antes do cultivo e depois do cultivo eram diferentes, ou seja, maior no início, sendo reduzida de 11 a 16% ao final do cultivo de *A. bisporus*. O autor utilizou como camada de cobertura turfa preta e marrom, sendo este resultado influenciado pela presença de fragmentos do micélio fúngico ao final do cultivo, presentes na camada de cobertura.

Tabela 14. Densidade dos solos coletados em duas profundidades.

Profundidade (metros)	Densidade g cm ⁻³	
0,2	1,235	A
2	0,981	B
CV, %	4,6121	
DMS	0,0352	

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Na Figura 25 observa-se a correlação que a densidade do solo e a produtividade de *A. blazei*. Como visto anteriormente, solos com quantidade elevada de argila possuem correlação negativa com a produtividade (Figura 23), porém, solos com quantidade elevada de areia, que possuem relativamente densidade elevada (LIBARDI, 2006), também não resultam em produtividades elevadas. Isto pode ser verificado na Figura 25, onde valores de densidade entre 1,4 a 1,6 g cm⁻³, resultaram em produtividade reduzida. Assim pode-se concluir que solos extremamente argilosos e arenosos resultam em produtividade e eficiência biológica baixa.

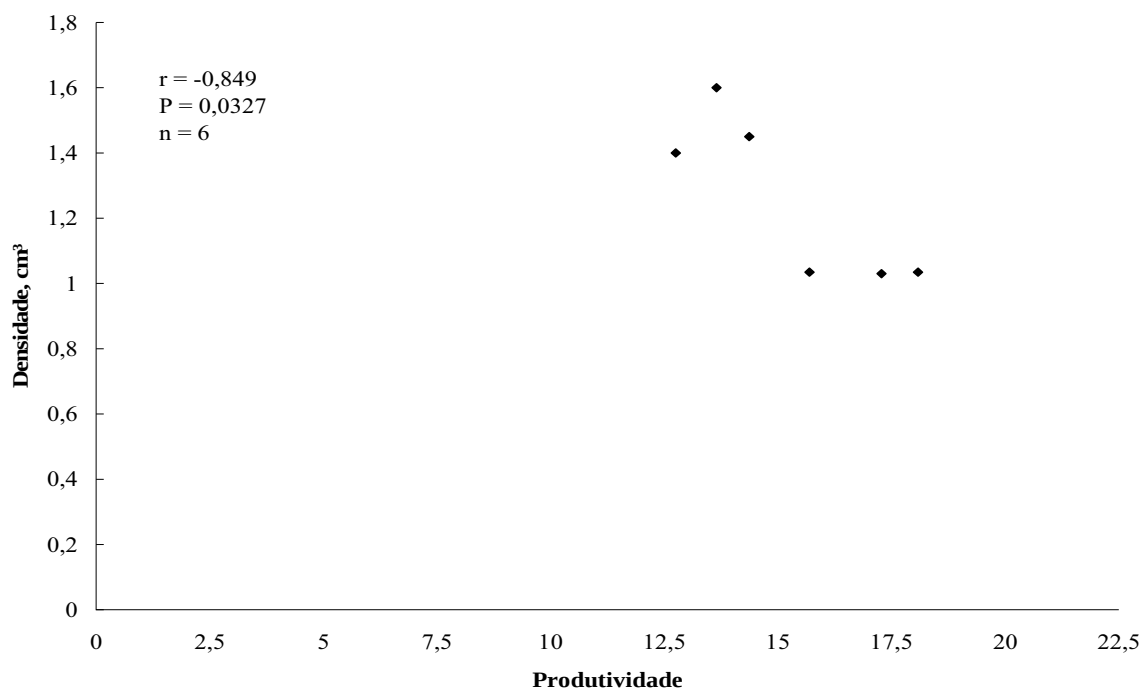


Figura 25. Correlação entre níveis de densidade do solo e produtividade do solo 4.

Contudo, nível de densidade próximo de $1,0325 \text{ g cm}^{-3}$ resultou em um aumento na produtividade de *A. blazei*. Ressalta-se que estes valores correspondem apenas ao fator solo, não adicionado de carvão vegetal, o qual influenciaria diretamente nos valores obtidos com relação à densidade do solo.

6.3.1.3 Conteúdo de água no solo (saturado)

O conteúdo de água no solo saturado compreende aos mesmos valores encontrados na literatura internacional como capacidade de retenção de água (water holding capacity). Esta variável também vem sendo um dos indicativos de qualidade da camada de cobertura, Oei (2003) relatou que, para o sucesso na escolha de um material de cobertura, deve-se levar em conta quatro fatores, sendo estes: capacidade de retenção de água, acidez, estrutura e nível nutricional do material a ser utilizado na camada de cobertura.

O autor ressalta ainda que, quanto maior a umidade da camada de cobertura maior será a disponibilidade de água ao cogumelo. Ao adicionar o material como camada de cobertura sobre o composto colonizado, o mesmo deverá encontrar-se com 68 a 76% de umidade. Resultados estes difíceis de serem alcançados com a utilização de solos adicionados de 25% de carvão vegetal.

No presente experimento o conteúdo de água das diferentes combinações de solo foram de 31 a 49,94% (Tabela 15). As combinações de solos que possuíam maior quantidade de argila, apresentaram maior capacidade de retenção de água. Além da quantidade de argila influenciar diretamente no conteúdo de água no solo, outros fatores também devem ser levados em conta, tais como: conteúdo de matéria orgânica, potencial osmótico, capilaridade do solo (macro e microporos) e grau de compactação do material.

A utilização de diversos tipos de solo como camadas de cobertura, também são descritos no cultivo de *A. bisporus*. Terra de jardim por exemplo, possui uma capacidade de retenção de água de 41% (VIJAY et al., 1987); já para terras argilosas, os dados variam entre 34,4 a 46,5% (SHANDILYA, 1989). Visscher (1975) relata que a umidade de solos argilosos pode variar de 30 a 40%. Outros materiais de origem mineral como pedra-

pomes (material vulcânico) possui capacidade de retenção de água de 53% e húmus de floresta com 56% de retenção de água.

Tabela 15. Conteúdo de água das combinações de solos (saturado) utilizadas como camadas de cobertura.

Solo	Conteúdo de água no solo	
		%
1	49,94	A
2	45,53	B
3	42,83	C
4	37,85	D
5	31,00	E
CV, %	2,48	
DMS	1,608	

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Materiais de origem vegetal, também são descritos com valores maiores de teor de água (saturada). Turfa preta e turfa de musgo possuem a capacidade de retenção de água de 200% e 1000%, respectivamente (PARDO et al., 2003a), fibra de coco com valores entre 700-900% (LABUSCHAGNE et al., 1995), casca de arroz com valor de 274% (RAGEL et al., 1996) e o carvão vegetal com capacidade de reter de água 320% (NOBLE; DOBROVIN-PENNINGTON, 2005).

Tabela 16. Conteúdo de água nos solos, coletados em duas profundidades.

Profundidade (metros)	Conteúdo de água no solo	
		%
0,2	42,54	A
2	43,17	A
CV, %	2,48	
DMS	0,879	

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

A correlação entre o conteúdo de água do solo (saturado) e a produtividade obtida ao longo de 120 dias de cultivo, foi positiva como pode ser encontrado na Figura 26.

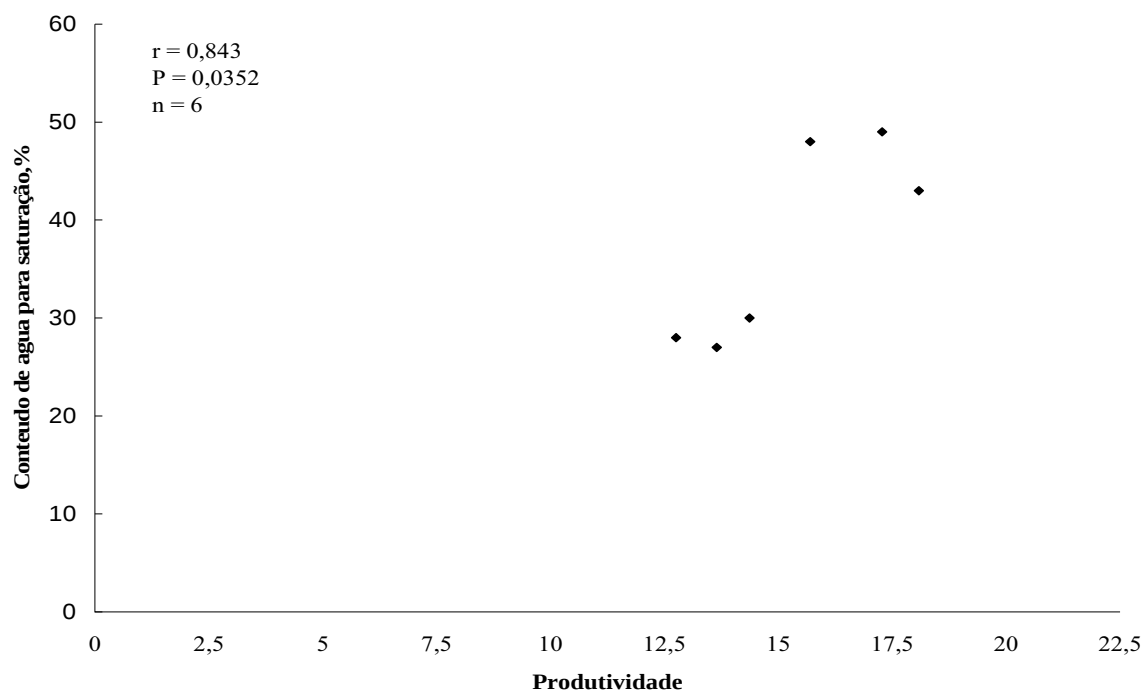


Figura 26. Correlação entre conteúdo de água no solo e produtividade do solo 4.

Verificou-se que na combinação utilizada no solo 4, os maiores conteúdos de água (saturado) resultaram em maiores produtividades, ou seja, valores entre 43 e 48% de água no solo, resultaram em produtividade de 18 e 15,7%; e valores reduzidos do conteúdo de água no solo, 28 e 30%, resultaram em produtividade menor, cerca de 12,7 e 14,3%, respectivamente (Figura 26). Os mesmos resultados foram observados por Bels-Koning (1950), trabalhando com cultivo de *A. bisporus*.

6.3.1.4 Porosidade

Flegg (1953) verificou que, quando se utiliza materiais bastante porosos, que se compactam com a irrigação da camada de cobertura, os rendimentos de produtividade tendem a ser baixos, aspecto este relacionado com o tamanho dos agregados; porém no presente experimento, a combinação de solo que apresentou a menor porosidade tendeu a resultar em produtividade reduzida (Tabela 17).

Mais adiante Flegg e Wood (1985) afirmam que a camada de cobertura deve possuir uma estrutura e uma porosidade que garantam a permeabilidade de água e também as trocas gasosas (O_2 e CO_2).

Pardo et al. (2002b) relataram que a utilização de materiais de cobertura com porosidade elevada, resultou em uma colheita adiantada com maior número de basidiomas de tamanhos reduzidos. Os autores ressaltaram ainda que existe uma forte correlação positiva entre a porosidade da camada de cobertura e o número de cogumelos colhidos por unidade de superfície; e uma correlação negativa entre a porosidade e o tamanho dos cogumelos colhidos no cultivo de *A. bisporus*.

Os mesmos resultados foram observados no presente experimento quando materiais com porosidade elevada, como a combinação utilizada no solo 1, apresentou valor de porosidade de 47,5%, número de basidiomas com 111,78 e massa de basidiomas reduzida com 17,44 gramas. Já a porosidade baixa, encontrada na combinação do solo 5 (42,6%), resultou em um número menor de basidiomas colhidos 85,64 com massa elevada, 19,95 gramas cada basidioma (Tabelas 9, 10 e 17).

Porém um fator interessante foi observado com relação à combinação utilizada para a composição do solo 4, com valores de porosidade de 47,2%, número de basidiomas com 96 unidades (relativamente elevado) e com massa de 20,05 gramas (segunda maior massa de basidioma observada no experimento), não vindo a seguir a mesma tendência observada nas combinações de solos 1 e 5. Assim, resultados de correlação entre a porosidade e a produtividades não foram encontrados no presente experimento (Tabela 17).

Tabela 17. Porosidade total, apresentadas pelas combinações de solos utilizadas na produção das camadas de cobertura.

Solo	Porosidade	
		%
1	47,54	A
2	44,98	B
3	43,98	B
4	47,20	A
5	42,68	C
CV, %	3,16	
DMS	2,04	

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Com relação à profundidade de coleta dos solos utilizados para a produção das camadas de cobertura, observou-se que o solo coletado superficialmente (0,2 metros de profundidade) apresentou porosidade maior. O que pode ser devido à elevada quantidade de matéria orgânica, conforme as análises de solos (item 6.3.2.).

Tabela 18. Porosidade total dos solos, coletados em duas profundidades.

Profundidade (metros)	Porosidade %
0,2	52,53 A
2	42,34 B
CV, %	3,16
DMS	0,9012

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, 5%).

Materiais com porosidade semelhante as do presente experimento foram apresentados por Eira (2003) no cultivo de *A. blazei*, o qual utilizou terra, xisto calcítico, turfa do Instituto Agrônomo de Campinas e turfa Santa Catarina, com porosidade total de 42%, 50%, 42% e 48%, respectivamente. Porém resultados de produtividade e eficiência biológica não foram apresentados pelo autor.

A porosidade e a capacidade de retenção de água são as características físicas mais importantes da camada de cobertura, sendo que as mesmas influenciam diretamente a textura e a estrutura do material (HAYES, 1974). Uma camada de cobertura ideal deve obrigatoriamente possuir uma boa aeração (FLEGG, 1979). Assim, a camada de cobertura mais utilizada na Europa consiste na mistura de 80% de turfa preta e 20% de turfa marrom (*sphagnum*), sendo que a turfa preta possui quantidade elevada de microporos e a turfa marrom possui quantidade elevada de macroporos (OIE, 2003).

Kurtzman (1995) relatou que as principais características que uma camada de cobertura deve possuir são: capacidade adequada de retenção de água, capacidade de troca iônica elevada e estrutura aberta para trocas gasosas. Mas, há estudos que citam o contrário, conforme trabalhos apresentados por Visscher (1975, 1977 e 1988) em que o autor ressalta a importância de uma camada de cobertura compactada e fechada para aumentar o nível de CO₂ durante a fase de crescimento vegetativo de *A. bisporus*, o autor explica ainda que, antes do

início da frutificação esta deve ser rastelada. Visando uma renovação brusca de O₂ na camada de cobertura o que aumenta significativamente a produção de basidiomas.

Contudo no presente experimento, não se verificou significância na correlação entre a porosidade dos solos e a produtividade de *A. blazei*.

6.3.2 Características químicas

6.3.2.1 Macronutrientes

A camada de cobertura deve proporcionar um meio com poucos nutrientes ao cogumelo. Vissher (1988) relatou que, a camada de cobertura deve conter um baixo nível de matéria orgânica facilmente degradável, para não alterar a seletividade ecológica do material, o que poderia dar origem à presença de microorganismos indesejados. Por outro lado, Nair et al. (1993) adicionou farelo de semente de algodão na camada de cobertura e verificou aumentos significativos na produtividade de *A. bisporus*, sem a presença de contaminações de origem fúngica.

Contudo a camada de cobertura à base de solo não possui elevado teor de nutrientes prontamente disponíveis, uma vez que o micélio do cogumelo apenas utiliza nutrientes do composto para seu desenvolvimento. Teores reduzidos de macronutrientes foram verificados no presente experimento (Tabelas 19, 20, 21 e 22), principalmente quando comparados com valores de macronutrientes apresentados pelas turfas e outros materiais utilizados no cultivo de cogumelos.

Assim dados como citado anteriormente por Nair et. al (1993) os quais adicionaram semente de algodão na camada de cobertura e verificaram aumento na produtividade, deve-se talvez ter ocorrido devido a estimulação da atividade de intercâmbio catiônico no meio e/ou simplesmente por aumentar a competição de nutrientes entre os microorganismos presentes na camada de cobertura, o que possivelmente resultaria na frutificação dos basidiomas.

Porem dados sobre macronutrientes são citados na literatura, Kurtzman (1991) relatou que o cultivo de *A. bisporus*, possui certa toxicidade a níveis elevados de magnésio. Flegg (1956) demonstrou que o Cálcio era um nutriente indispensável para o

crescimento micelial. Singh et al. (2000), utilizando composto exaurido como camada de cobertura, verificou produtividade reduzida de *A. bisporus*, devido à elevada quantidade de fósforo no material. Porém estes autores não relatam a quantidade determinado de nutrientes, tão pouco os níveis que possam causar toxicidade ao cogumelo.

No presente trabalho, não se verificou nenhuma correlação entre macronutrientes e a produtividade de basidiomas. Este resultado pode ter ocorrido devido à pequena variação nas quantidades de nutrientes (fósforo, potássio, cálcio e magnésio) apresentadas entre os solos, utilizados para a produção da camada de cobertura.

Os valores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio das diferentes combinações de solos, em ambas as profundidades (0,2 e 2,0 metros) de coleta e nos dois ambientes de cultivo (câmara climatizada e estufa rústica), são apresentados nas tabelas 19, 20, 21 e 22.

Os teores de P e K, analisados no decorrer do cultivo (0, 60 e 120 dias), aumentaram gradativamente para todas as combinações de solo utilizadas no experimento, como também em ambas as profundidades de coleta nos dois ambientes de cultivo (Dalsem e Estufa).

Tabela 19. Teores de P, mg dm^{-3} nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

		Ambiente						Produtividade
Solo	Profundidade	Dalsem			Estufa			(%)
		0 dias	60 dias	120 dias	0 dias	60 dias	120 dias	Media
1	Superfície	10,53	21,22	29,08	11,60	14,75	16,00	14,38
	Barranco	8,04	16,99	21,44	9,28	15,33	20,98	14,51
2	Superfície	10,53	18,57	21,44	7,54	15,50	13,47	15,19
	Barranco	5,64	13,01	15,67	5,80	8,79	13,08	13,43
3	Superfície	6,80	15,83	20,98	6,05	12,43	12,69	14,48
	Barranco	3,23	10,94	16,58	3,90	8,79	13,21	13,44
4	Superfície	5,80	14,01	23,18	5,39	14,84	21,69	14,66
	Barranco	6,80	10,61	14,57	3,90	5,88	8,22	16,01
5	Superfície	2,82	11,36	18,59	2,74	18,07	11,85	13,14
	Barranco	1,08	6,05	11,92	1,49	7,79	8,61	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Acredita-se que este aumento ocorreu devido a dois fatores: a evaporação da água provindo do composto, os quais possuem salinidade elevada e o outro fator

diz respeito ao aumento da quantidade de micélio encontrado na camada de cobertura. Onde ao retirar as amostras de solos (60 e 120 dias), fragmentos de micélio também eram retirados e consequentemente encaminhados ao laboratório junto as amostras de solo.

Para evitar este tipo de erro experimental, algumas caixas deveriam ter sido colocadas entre as caixas utilizadas no experimento (composto + camada de cobertura), as quais contariam apenas de solo e carvão, ou seja, sem o composto colonizado (servindo estas como testemunhas ao longo do cultivo). Estas caixas contendo apenas solo e carvão seriam irrigadas naturalmente como se fizessem parte do experimento e os solos para análise química seriam retirados desta (apenas solo + carvão).

De acordo com as Tabelas 19 e 20, os teores de fósforo e potássio (solo 1) aumentam do 1º dia, até o ultimo dia de cultivo aproximadamente 59,5% e 44,5%, respectivamente. Já o solo 5 apresentou um aumento de 87% e 70%, respectivamente para os teores de fósforo e potássio, ao longo dos 120 dias de cultivo.

A camada de cobertura preparada através da combinação utilizada no solo 1, resultou em maiores teores de fósforo e potássio; por outro lado a combinação encontrada no solo 5, apresentou os menores teores. As combinações de camada de cobertura utilizando “terra de barranco” apresentaram menores teores de fósforo e potássio, quando comparado com os solos coletados superficialmente.

Tabela 20. Teores de K, $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	3,12	1,84	3,88	2,34	1,37	2,14	14,38
	Barranco	1,14	1,31	3,64	1,48	1,68	2,70	14,51
2	Superfície	2,16	1,82	3,72	2,22	1,41	2,90	15,19
	Barranco	1,06	1,39	3,30	1,02	1,13	3,04	13,43
3	Superfície	1,62	1,74	2,96	1,56	1,19	2,70	14,48
	Barranco	0,90	1,27	4,32	1,12	1,06	2,76	13,44
4	Superfície	1,56	1,58	3,82	1,38	1,33	3,12	14,66
	Barranco	0,94	1,43	4,78	1,06	0,80	2,74	16,01
5	Superfície	1,20	1,49	3,98	0,80	1,10	2,44	13,14
	Barranco	0,86	1,47	4,44	0,84	1,49	2,92	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Um resultado muito interessante observado no presente experimento diz respeito ao nível de potássio ao longo do cultivo, o mesmo possui capacidade elevada de lixiviação. Sendo assim, era de se esperar uma redução do mesmo durante os 120 dias de cultivo, devido as irrigações diárias na camada de cobertura. Porém não foi observado nenhuma redução nos teores de potássio nas camadas de cobertura, ao longo do experimento.

No cultivo de *A. blazei*, teores de fósforo e potássio também foram observados no momento da adição da camada de cobertura por outros autores, com os seguintes materiais utilizados e seus respectivos teores de nutrientes: terra com 0 mg dm^{-3} e $0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; turfa do Instituto Agronômico de Campinas com 4 mg dm^{-3} e $0,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e turfa Santa Catarina com 4 mg dm^{-3} e $0,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente para os teores de fósforo e potássio (EIRA, 2003).

Ao contrario do fósforo e do potássio, os teores mais elevados de cálcio e magnésio, foram observados aos 60 dias após a adição da camada de cobertura (Tabela 21 e 22). Acredita-se que este valor encontrado no presente experimento, tenha ocorrido devido o ciclo de vida da microbiota presente na camada de cobertura, as quais utilizam os nutrientes (principalmente Ca e Mg) em seu ciclo de vida e após seu total desenvolvimento, a mesma microbiota entrava no processo de senescência, vindo a liberar estes nutrientes ao meio (camada de cobertura).

Tabela 21. Teores de Ca, $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), médias de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	23,26	67,80	15,21	27,64	56,27	15,01	14,38
	Barranco	19,62	55,60	35,33	47,86	62,72	22,31	14,51
2	Superfície	30,00	57,63	17,24	30,00	53,22	15,89	15,19
	Barranco	32,02	73,56	21,76	37,41	53,56	17,24	13,43
3	Superfície	28,31	67,12	16,22	26,97	64,07	18,93	14,48
	Barranco	22,25	51,19	19,60	21,91	61,02	16,56	13,44
4	Superfície	29,66	61,02	24,34	34,38	66,44	20,96	14,66
	Barranco	57,98	56,61	20,96	37,41	67,80	24,67	16,01
5	Superfície	37,08	58,31	19,94	38,43	67,12	16,22	13,14
	Barranco	20,56	40,00	15,55	24,27	67,80	12,51	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Os maiores teores de magnésio foram verificados no solo 1 e os menores no solo 5, com variação de aproximadamente 32% (valores observados no início do cultivo). Com relação à profundidade de coleta, os maiores teores foram verificados nos solos superficiais com cerca de 31 a 61% de Mg a mais do que o solo coletado com 2,0 metros de profundidade.

Tabela 22. Teores de Mg, mmolc dm⁻³ nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), médias de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	7,27	17,05	4,02	7,27	14,50	3,29	14,38
	Barranco	3,21	11,81	2,69	4,40	12,28	2,83	14,51
2	Superfície	5,93	13,89	3,23	5,27	12,89	3,10	15,19
	Barranco	2,33	9,46	1,99	3,40	8,93	2,57	13,43
3	Superfície	3,67	10,81	2,37	4,20	11,68	2,83	14,48
	Barranco	1,40	6,98	2,04	1,73	6,58	1,78	13,44
4	Superfície	2,40	7,32	2,17	3,60	9,33	2,04	14,66
	Barranco	1,53	5,50	1,98	1,67	6,04	1,58	16,01
5	Superfície	1,53	5,97	1,45	1,73	4,36	1,25	13,14
	Barranco	0,73	4,56	1,84	0,40	6,85	0,99	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Eira (2003) verificou os seguintes teores de cálcio e magnésio nas camadas de cobertura à base de terra, turfa Instituto Agrônomo de Campinas e turfa Santa Catarina; 4 e 1 mmolc dm⁻³; 4 e 1 mmolc dm⁻³ e 88 e 23 mmolc dm⁻³, respectivamente. Estes resultados foram observados pelo autor no momento da adição da camada de cobertura.

Teores elevados de potássio (82 – 131 mmolc dm⁻³) e magnésio (33 – 36 mmolc dm⁻³) possuem correlação negativa com a produtividade de *A. bisporus*; os mesmos são citados como responsáveis pelo atraso na produção de basidiomas (GÜLSER; PEKSEN, 2003).

Porem os macronutrientes presenciados nos materiais mais utilizados como camada de cobertura no cultivo de *A. bisporus* e suas respectivas quantidades são: turfa de musgo (*Sphagnum*) com P – 100 g dm⁻³; K – 1,2 mmolc dm⁻³; Ca – 88 mmolc dm⁻³ e Mg – 41 mmolc dm⁻³ e turfa preta com P - 580 g dm⁻³; K – 53 mmolc dm⁻³; Ca – 6812,5 e Mg – 535 mmolc dm⁻³ (PARDO et al., 2003a). Os resultados elevados de macronutrientes encontrados na turfa preta quando comparados com a turfa de musgo, ocorrem devido ao alto grau de

decomposição. Ambos os valores de macronutrientes apresentados pelas turfas são superiores aos verificados nos solos do presente experimento, exceto ao valor de potássio aprestado pela turfa de musgo.

Assim, somente com os resultados obtidos no presente experimento, nenhuma conclusão pode ser alcançada com relação a influência dos macronutrientes na produção de *A. blazei*, devido nenhum resultado significativo de correlação ter sido encontrado.

6.3.2.2 Micronutrientes

Os micronutrientes também desempenham um importante papel na nutrição do fungo, sendo a maior parte absorvida do composto, tal como ocorre com os macronutrientes, durante a nutrição e o desenvolvimento dos cogumelos.

Porém, Hayes (1972) afirmou que valores elevados de ferro (Fe^{2+} e Fe^{3+}) na camada de cobertura possui efeito positivo na produção de *A. bisporus*. O mesmo resultado foi observado por Gülser e Peksen (2003); o autor encontrou correlação positiva entre a quantidade de ferro da camada de cobertura e a produtividade de *A. bisporus*. Com relação aos demais micronutrientes, Garcha et al. (1981) trabalhando com composto exaurido (curtido por dois anos) e esterco para jardim (curtido por um ano), afirmaram que a presença de ferro, cobre, manganês e zinco presentes nos materiais, podem ter sido um dos fatores que contribuíram para uma produtividade elevada no cultivo de *A. bisporus*. No presente experimento os valores encontrados de Cu, Zn, Fe e Mn estão descritos nas tabelas 23, 24, 25 e 26.

De modo geral, a quantidade de micronutrientes (cobre, ferro e manganês) encontradas nas camadas de cobertura foram maiores ao início do cultivo. Observa-se também uma redução dos mesmos aos 60 dias e um aumento aos 120 dias (Tabelas 23, 24 e 26).

Acredita-se que este fator ocorreu como já mencionado anteriormente, a microbiota presente na camada de cobertura utiliza estes micronutrientes para sua nutrição e desenvolvimento; porém quando se inicia o processo de senescência, estes micronutrientes retornam para o meio (camada de cobertura).

A quantidade de micronutrientes (Cu, Fe e Mn) aos 120 dias, não é igual à do início do cultivo (0 dia), devido o fato de que uma determinada quantidade de nutriente também é absorvida pelos basidiomas e retirados do sistema durante a colheita.

Micronutrientes como ferro, zinco, cobre e manganês possuem um papel significativo na destruição da quinone, um metabolismo gerado pelo próprio micélio do *A. bisporus*, este metabolismo é mencionado como inibidor de frutificação (STOLLER, 1979).

Tabela 23. Teores de Cu (ppm), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

		Ambiente						Produtividade
Solo	Profundidade	Dalsem			Estufa			(%)
		0 dias	60 dias	120 dias	0 dias	60 dias	120 dias	Media
1	Superfície	6,84	3,75	5,47	10,25	4,13	5,07	14,38
	Barranco	3,42	2,05	2,75	2,56	1,93	2,57	14,51
2	Superfície	6,41	3,91	4,95	5,98	3,02	4,90	15,19
	Barranco	3,84	3,45	2,87	4,06	1,77	3,05	13,43
3	Superfície	6,19	8,17	4,68	7,48	3,67	4,13	14,48
	Barranco	2,56	1,55	2,46	2,99	1,59	2,60	13,44
4	Superfície	5,55	4,56	3,84	5,13	2,45	3,49	14,66
	Barranco	1,92	1,36	1,94	2,56	1,31	1,80	16,01
5	Superfície	0,81	1,41	0,98	1,32	0,69	0,65	13,14
	Barranco	0,63	0,74	1,91	0,67	0,59	0,64	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Os maiores teores de cobre observados, refere-se ao solo 1; já os menores teores foram verificados no solo 5, com aproximadamente 85% a menos (valores iniciais, 0 dia). Com relação à profundidade de coleta, os solos superficiais apresentaram 47% a mais de cobre do que os solos coletado com 2,0 metros de profundidade (Tabela 23), valores estes apresentados devido a presença de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo.

O único micronutriente que de modo geral, apresentou os maiores resultados aos 120 dias de cultivo foi o zinco (Tabela 24). Os mesmos resultados são observados com relação à profundidade de coleta dos solos, sendo os valores de zinco relativamente mais elevados para os solos superficiais e menores para os solos de “barranco”. Assim, podemos afirmar que todos os micronutrientes são encontrados em maior quantidade nos solos de superfície, porem nenhuma correlação com a produtividade foi verificada.

Tabela 24. Teores de Zn (ppm), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	1,44	0,65	1,51	2,22	0,49	1,33	14,38
	Barranco	0,41	0,13	0,43	0,41	1,08	0,69	14,51
2	Superfície	1,05	0,67	1,13	1,09	0,61	1,31	15,19
	Barranco	0,39	0,42	0,51	0,39	0,36	0,90	13,43
3	Superfície	0,91	1,31	0,97	1,18	1,09	1,18	14,48
	Barranco	0,39	0,22	0,61	0,31	0,29	0,67	13,44
4	Superfície	1,20	0,93	0,99	0,78	0,43	1,51	14,66
	Barranco	0,42	0,26	0,55	0,39	0,37	0,59	16,01
5	Superfície	0,20	0,55	0,63	0,52	0,34	0,41	13,14
	Barranco	0,14	0,24	0,63	2,35	0,99	0,94	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Ao contrario de todos os macro e micronutrientes discutidos até agora, o ferro foi o único nutriente verificado em maior quantidade no solo 5, isto quando comparado com as demais combinações de solo utilizado no experimento (Tabela 25).

Tabela 25. Teores de Fe (ppm), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	17,68	5,06	9,64	22,16	5,97	7,19	14,38
	Barranco	15,34	2,91	6,79	11,93	2,85	5,75	14,51
2	Superfície	30,47	5,39	10,13	34,09	7,12	8,87	15,19
	Barranco	18,96	6,89	7,99	18,32	3,17	7,19	13,43
3	Superfície	42,40	15,00	11,22	36,86	5,77	9,85	14,48
	Barranco	17,26	5,81	9,13	13,00	5,45	7,38	13,44
4	Superfície	67,76	3,85	12,09	55,18	2,00	11,63	14,66
	Barranco	28,12	8,02	6,42	33,03	7,81	7,68	16,01
5	Superfície	66,05	6,16	11,91	82,67	2,17	10,61	13,14
	Barranco	47,09	7,79	10,07	40,27	7,30	7,94	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Com relação à quantidade de micronutrientes encontrados em outros materiais utilizados na produção de camadas de cobertura de *A. blazei*, tem-se: Cu, Zn, Fe e Mn, com: terra 0,4; 0,1; 10 e 0,5 ppm; turfa do Instituto Agrônomo de Campinas 0,5; 0,3; 56

e 0,3 ppm e turfa Santa Catarina 2,4; 3,6; 302 e 34,3 ppm, respectivamente para os valores de cobre, zinco, ferro e manganês (EIRA, 2003).

Os resultados obtidos pelas combinações de solos encontram-se superiores ao valor da terra apresentado por Eira (2003), já com relação aos teores de Zn, Mn e Fe da turfa Santa Catarina, esta se apresentou superior aos resultados obtidos pelas diferentes combinações de solos. A turfa do Instituto Agronômico de Campinas apenas apresentou o teor de Fe superior às combinações de solos do presente trabalho.

Os valores de micronutrientes encontrados nas camadas de cobertura para a produção de *A. bisporus*, também são completamente diferentes aos observados no presente experimento. Sendo estes: turfa de musgo (*sphagnum*) e turfa preta apresentando 3,0; 7,0; 309 e 2,5 ppm e 3,0; 24,4; 3.305 e 74,5 ppm, respectivamente para os valores de cobre, zinco, ferro e manganês (PARDO et al., 2003a).

Tabela 26. Teores de Mn (ppm), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), médias de 3 repetições.

		Ambiente						Produtividade
Solo	Profundidade	Dalsem			Estufa			(%)
		0 dias	60 dias	120 dias	0 dias	60 dias	120 dias	Media
1	Superfície	28,72	1,07	11,87	34,85	1,10	10,87	14,38
	Barranco	6,12	3,56	4,45	5,70	3,48	4,91	14,51
2	Superfície	24,08	1,84	10,84	16,47	7,47	10,70	15,19
	Barranco	7,18	7,12	4,69	6,34	3,07	4,73	13,43
3	Superfície	16,68	20,06	4,36	16,68	3,56	9,79	14,48
	Barranco	4,22	3,80	2,27	4,22	2,89	5,09	13,44
4	Superfície	9,30	13,09	9,09	16,68	14,91	8,97	14,66
	Barranco	3,95	4,65	2,20	3,80	2,43	2,60	16,01
5	Superfície	8,65	3,17	2,53	3,06	1,20	2,18	13,14
	Barranco	2,86	2,11	1,90	1,71	1,39	4,03	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Não se observou correlação entre quaisquer micronutrientes e a produtividade de *A. blazei* no presente experimento. Resultados estes que ficam difíceis de serem interpretados e discutidos, além de que, poucos valores são encontrados na literatura utilizando os macro e micronutrientes e suas possíveis influencia na produtividade de *A. blazei*.

6.3.2.3 Outras análises

Um dos fatores que influenciam diretamente a qualidade da camada de cobertura é a acidez do solo, a maioria das vezes causada pelos níveis tóxicos de alumínio e manganês. Assim, a maioria dos materiais utilizados como camada de cobertura é adicionado de calcário calcítico ou carbonato de cálcio.

Tabela 27. Teores de H + Al (mmolc dm⁻³), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	45,28	30,79	66,28	42,33	26,87	33,16	14,38
	Barranco	28,03	18,27	23,07	28,39	20,58	28,51	14,51
2	Superfície	44,50	27,54	51,87	27,50	26,22	34,58	15,19
	Barranco	32,96	21,81	37,12	30,32	22,22	28,93	13,43
3	Superfície	36,75	26,87	43,04	35,90	26,39	33,48	14,48
	Barranco	35,67	23,67	43,31	32,26	21,33	31,16	13,44
4	Superfície	38,33	24,77	47,05	37,06	20,00	36,05	14,66
	Barranco	27,29	19,42	29,68	31,01	17,16	22,84	16,01
5	Superfície	32,56	24,35	38,30	38,68	21,77	46,63	13,14
	Barranco	40,48	25,02	40,95	30,67	19,60	23,92	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

No presente experimento encontrou-se uma correlação negativa entre a quantidade de H + Al e a produtividade de basidiomas (Figura 27). Os valores de H + Al encontrados nas combinações de solos, em suas respectivas profundidade de coleta em ambos os ambientes, são classificados como² alto (<30 mmolc dm⁻³), médio (30 – 40 mmolc dm⁻³) e baixo (>40 mmolc dm⁻³), segundo Embrapa (2003), tabela 26.

De acordo com os valores obtidos na tabela 27, observou-se que aos 60 dias após a adição da camada de cobertura, todas as combinações de solo em ambas as profundidades e ambientes, encontravam-se com os valores menores de H + Al, o que pode ter contribuído para a boa produtividade obtida durante o período de 45º dia até 75º dia, após a adição da camada de cobertura.

² Para os valores de H + Al, os níveis são invertidos (EMBRAPA, 2003)

Valores elevados de $H + Al$ podem reduzir drasticamente a produtividade de *A. blazei*, ou seja, níveis de $50 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ resultou em 12% de produtividade, enquanto que níveis de $15 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, resultaram em 20% de produtividade (Figura 27).

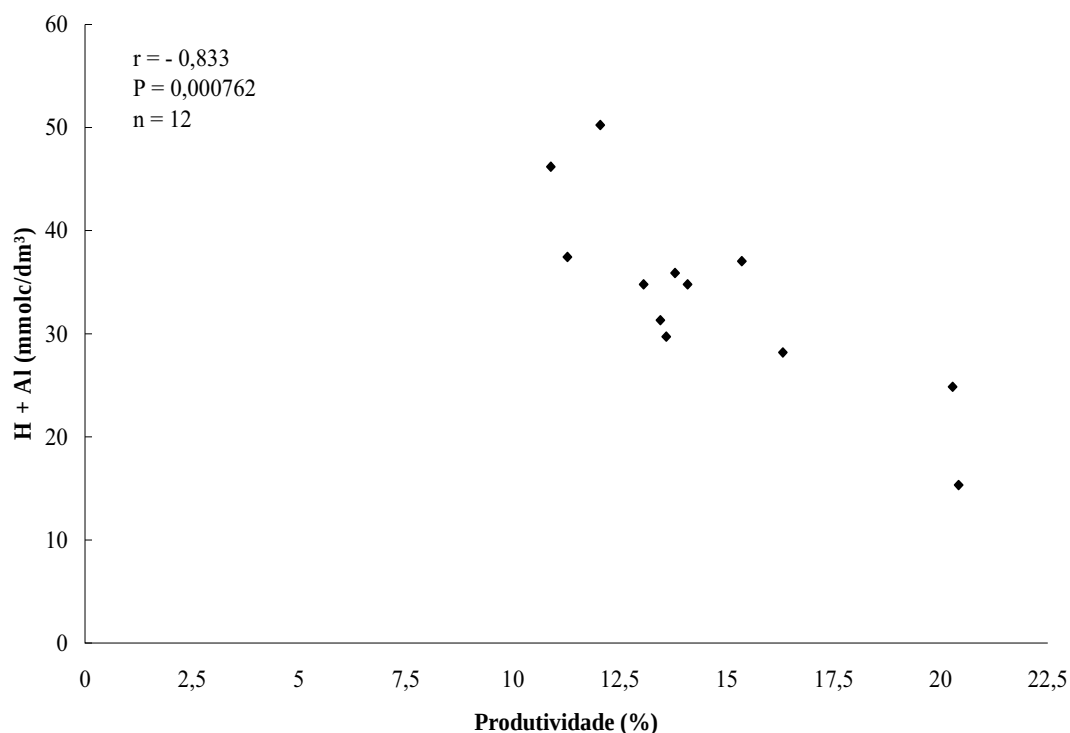


Figura 27. Correlação entre teor de $H + Al$ e produtividade do solo 2.

Os valores de $H + Al$ possuem uma estreita correlação com os valores do pH e a porcentagem de saturação por bases. Os valores do pH, por sua vez, não se correlacionaram com a produtividade; por outro lado, a porcentagem de saturação por base apresentou uma correlação positiva com a produtividade (Figura 28).

Com relação ao pH das combinações de solo (Tabela 28), o menor valor foi observado no início do cultivo (0 dia). Isto pode ter ocorrido devido o calcário ter sido incorporado aos solos (utilizado para a confecção das camadas de cobertura), apenas 20 dias antes da utilização dos mesmos no experimento (adição da camada de cobertura).

Este manejo pode ter influenciado no tempo de reação do calcário com os solos, vindo assim a atingir os maiores valores de pH, somente aos 60 ou 120 dias após a adição

da camada de cobertura, dependendo da combinação de solo (fator este relacionado ao poder tampão do solo).

Tabela 28. Dados de pH, (CaCl), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	5,43	5,86	6,12	5,43	6,10	6,09	14,38
	Barranco	6,20	6,19	6,55	5,84	6,43	6,34	14,51
2	Superfície	5,79	5,92	5,40	5,75	6,18	5,95	15,19
	Barranco	5,89	6,12	5,87	5,90	6,21	6,23	13,43
3	Superfície	5,60	5,79	5,67	5,77	5,98	6,00	14,48
	Barranco	5,77	5,94	5,56	5,88	6,27	6,06	13,44
4	Superfície	5,68	5,88	5,58	5,84	6,23	6,01	14,66
	Barranco	6,10	6,17	6,12	5,93	6,68	6,48	16,01
5	Superfície	6,04	5,90	5,82	5,82	6,32	6,25	13,14
	Barranco	5,32	5,91	5,68	5,72	6,33	6,37	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Verificou-se valores de pH entre 5,3 até 6,6 dependendo da combinação de solo utilizada, resultados estes inferiores aos observados na literatura. Valores encontrados na literatura, com relação à camada de cobertura para o cultivo de *A. blazei* são de 6,8 – 7,5 (EIRA, 2003; MINHONI et al., 2005). O mesmo é observado no cultivo de *A. bisporus*, onde os valores recomendados também são de 6,8 – 7,5 (VISSCHER, 1988; WOOD, 1976).

A porcentagem de saturação por bases (V%) pode ser um bom indicador de qualidade de solos, para a utilização dos mesmos como camada de cobertura no cultivo de *A. blazei*. Verificou-se que os maiores valores de V% foram encontrados aos 60 dias após a adição da camada de cobertura.

A combinação utilizada na confecção do solo 1 apresentou os maiores valores de V%; já o solo 5 apresentou os menores valores, com uma variação de 20% (Tabela 29). A respeito da profundidade de coleta, os valores relacionados ao V% estão bem distribuídos, com determinadas combinações de solo possuindo resultados elevados em solos superficiais (combinações de solo 1, 2 e 3) e outras em solos de barranco (combinações de solo 3 e 5).

Tabela 29. Dados de V (%), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

		Ambiente						Produtividade
Solo	Profundidade	Dalsem			Estufa			(%)
		0 dias	60 dias	120 dias	0 dias	60 dias	120 dias	Media
1	Superfície	42,63	72,77	25,81	46,26	72,52	37,83	14,38
	Barranco	69,91	78,06	64,30	64,90	78,86	49,87	14,51
2	Superfície	46,05	72,70	31,87	58,96	72,00	38,83	15,19
	Barranco	51,85	78,80	38,25	58,01	74,07	43,65	13,43
3	Superfície	47,41	74,67	33,53	47,80	73,29	41,75	14,48
	Barranco	40,63	71,51	37,16	43,30	75,96	39,82	13,44
4	Superfície	46,26	73,83	38,87	51,33	79,46	41,34	14,66
	Barranco	66,59	76,58	46,41	56,41	81,16	54,06	16,01
5	Superfície	55,39	72,85	39,99	51,31	75,98	32,24	13,14
	Barranco	35,30	62,63	34,25	45,41	79,24	40,69	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Valores de saturação por bases que ultrapassem 58% (solo eutrófico), como observado no presente experimento, no qual 69% de saturação de bases resultaram em produtividade elevada, na ordem de 20% (Figura 28). Por outro lado, valores de V% entre 42 a 48% (solo distrófico), resultaram em produtividade reduzida, com 10 a 13%.

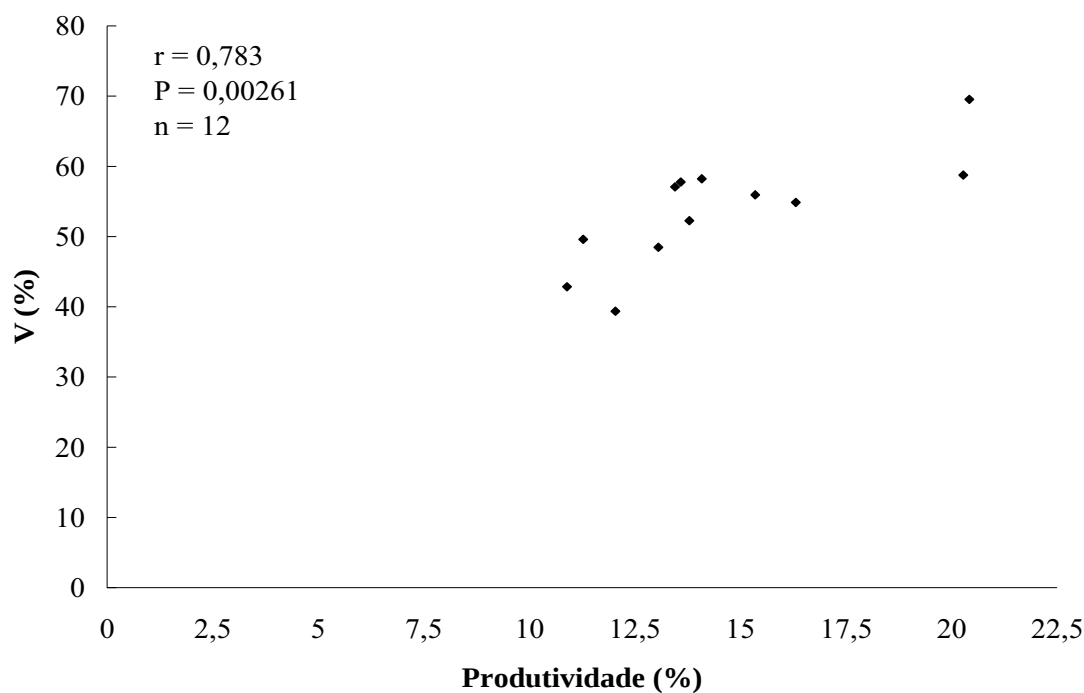


Figura 28. Correlação entre o V% e a produtividade do solo 2.

Valores de V% apresentados por solos no cultivo de *A. blazei* variaram de 14% a 98% (BRAGA, 1999; EIRA, 2003). Porém, outros materiais também foram analisados por Eira (2003), como vermiculita com valores de 90%, carvão com 97% e xisto calcítico com 99% de saturação por bases.

Na análise realizada de capacidade de troca catiônica foi verificada uma correlação negativa com a produtividade (Figura 29), vindo a estabelecer alguma relação, com os resultados de correlação negativa obtida pelo H + Al. Uma vez que a capacidade de troca catiônica não é apenas calculada pela soma de bases, e sim, pela soma de bases mais a quantidade de H + Al, sendo que esta última representa quase 58% do valor total da CTC, nas presentes combinações de solos utilizadas no experimento.

Assim podemos concluir que os solos utilizados no experimento eram solos com alto teor de H + Al, caracterizados pelo elevado grau de intemperização e lixiviação de bases; bem diferentes de solos utilizados em países de clima temperado, os quais são pouco intemperizados (“solos jovens”).

Tabela 30. Dados de CTC ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Dalsem			Estufa			Produtividade (%)
		0 dias	60 dias	120 dias	0 dias	60 dias	120 dias	
1	Superfície	78,92	117,47	89,39	79,57	99,01	53,60	Media
	Barranco	95,84	86,99	63,76	82,13	97,26	56,35	14,38
2	Superfície	82,59	100,88	76,06	64,98	93,73	56,46	14,51
	Barranco	68,38	106,22	64,36	72,16	85,84	51,77	15,19
3	Superfície	70,35	106,54	64,60	68,63	103,33	57,94	13,43
	Barranco	60,22	83,11	69,28	57,03	89,98	52,26	14,48
4	Superfície	71,95	94,69	77,38	76,42	97,10	62,17	13,44
	Barranco	87,73	82,96	57,39	71,15	91,80	51,84	14,66
5	Superfície	72,37	90,12	63,67	79,64	94,35	66,55	16,01
	Barranco	62,64	71,06	62,79	56,18	95,73	40,33	13,14

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

O maior índice que as combinações de solos atingiram com relação à capacidade de troca catiônica foi encontrado aos 60 dias após a adição da camada de cobertura (Tabela 30), os quais variaram de 71,06 a 117,47 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Os solos utilizados no presente

experimento possuíram valores reduzidos de CTC, quando comparados ao trabalho realizado por Braga (1999), que encontrou valor de $361 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Por outro lado valores menores foram observados por Eira (2003), com uso de terra como camada de cobertura; CTC de $40 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Quando o autor utilizou turfa do Instituto Agronômico de Campinas e turfa Santa Catarina, os valores da CTC foram maiores, ou seja, 211 e $306 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente.

As turfas utilizadas no cultivo de *A. bisporus*, apresentam resultados superiores ao observado no experimento e também por Eira (2003) e Braga (1999), com capacidade de troca catiônica de 1.356 e $1.022 \text{ mmol}_c/\text{dm}^{-3}$, isto para turfa de musgo (*Sphagnum*) e turfa preta. Já os solos utilizados na Espanha para o cultivo de *A. bisporus*, também apresentam CTC elevada com $162 \text{ mmol}_c/\text{dm}^{-3}$ (PARDO et al., 2003a).

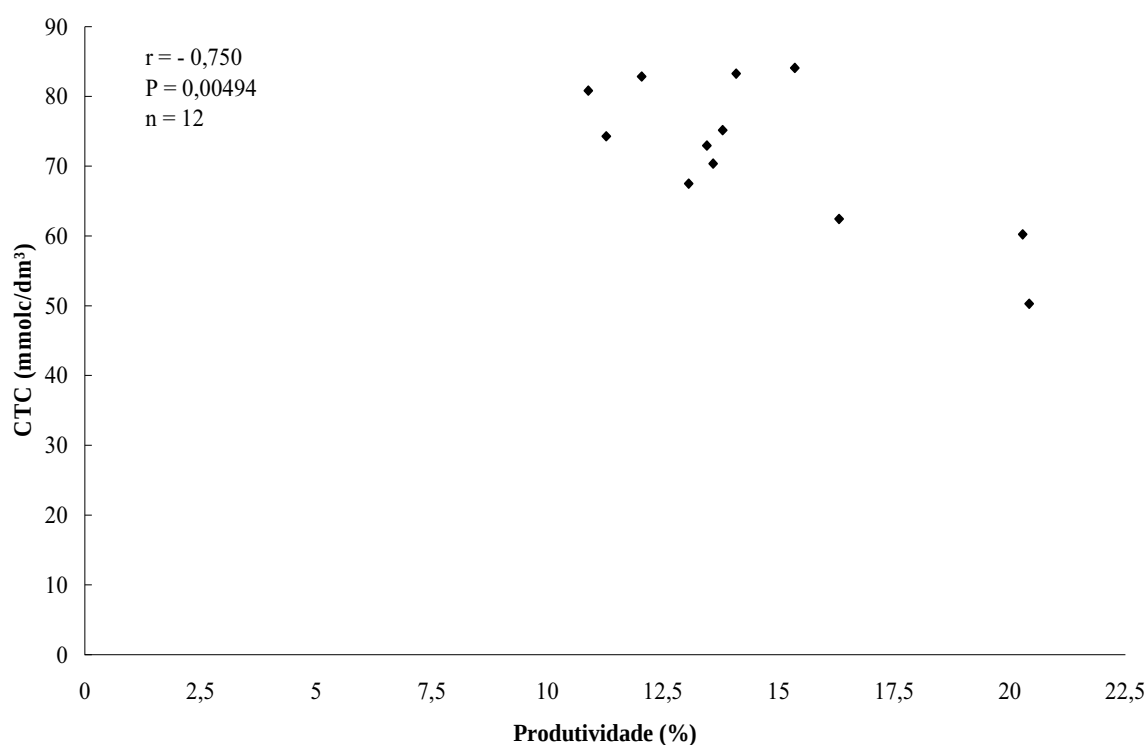


Figura 29. Correlação entre a CTC e a produtividade do solo 2.

Valores elevados de CTC tendem a apresentar uma produtividade reduzida (Figura 29). A capacidade de troca catiônica com valores entre 80 e $84 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$,

apresentaram as menores produtividades, na ordem de 10 a 15%, respectivamente; enquanto que valores de CTC entre 50 e 60 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ atingiram 20% de produtividade.

Porem, Pardo et al. (2003a) ressalta que a camada de cobertura deve possuir capacidade de troca catiônica elevada, para o cultivo de *A. bisporus*. Assim tem-se que verificar quanto deste valor (CTC) é representado pelo H + Al, pois o mesmo pode influenciar diretamente na produtividade.

Trocadores catiônicos e aniônicos como “resinas” também foram utilizados em camadas de cobertura para se elevar a atividade dos materiais, sendo verificados aumentos significativos na produtividade de *A. bisporus* (KURTZMAN, 1991). Já Rainey et al. (1986), estudando os efeitos da capacidade de troca catiônica, afirmaram que a presença de sais solúveis diminuiu o rendimento de *A. bisporus*.

Os resultados obtidos da soma de bases no presente experimento estão descritos na tabela 31, onde os maiores valores encontram-se aos 60 dias após a adição da camada de cobertura, sendo estes influenciados diretamente pelos teores de cálcio e magnésio.

Tabela 31. Dados de Soma de Bases ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), médias de 3 repetições.

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	33,64	86,69	23,11	37,25	72,14	20,44	14,38
	Barranco	67,80	68,72	41,65	53,74	76,68	27,84	14,51
2	Superfície	38,09	73,34	24,19	37,49	67,52	21,88	15,19
	Barranco	35,41	84,41	29,58	41,83	63,62	22,85	13,43
3	Superfície	33,60	79,67	21,56	32,73	76,94	24,46	14,48
	Barranco	24,55	59,44	25,97	24,76	68,65	21,10	13,44
4	Superfície	33,62	69,92	30,33	39,36	77,10	26,12	14,66
	Barranco	60,45	63,54	27,71	40,14	74,64	28,99	16,01
5	Superfície	39,81	65,77	25,37	40,96	72,58	19,92	13,14
	Barranco	22,15	46,03	21,83	25,51	76,13	16,41	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

A soma de bases possui alguma relação com a condutividade elétrica, pois a condutividade elétrica, refere-se à quantidade de elementos salinos encontradas na camada de cobertura, tais como sódio e potássio. Porem este tipo de análise (soma de bases), não é comumente encontrada em trabalhos internacionais de cogumelo.

Ao contrário dos valores obtidos com relação à soma de bases, a condutividade elétrica possui varias literaturas e citações sobre níveis ideais a ser utilizados na camada de cobertura de *A. bisporus* (OEI, 2003; HAYES, 1981). Flegg (1961) demonstrou que não ocorria frutificação com valores de condutividade entre 9 a 16 μS na camada de cobertura, valores estes similares aos encontrados no composto, podendo assim colaborar para o fato de cogumelos não se desenvolver no composto, sendo necessária a adição da camada de cobertura.

Hayes (1981) chegou à conclusão que valores de condutividade na camada de cobertura acima de 9,7 μS reduzem significativamente a produtividade de *A. bisporus* e que a inibição completa da formação de primórdios dava-se, com valores acima de 54 μS .

Os resultados observados no presente experimento são muito mais elevados que os observados no cultivo de *A. bisporus*; sendo que os valores de condutividade elétrica variaram de 78,70 a 977,33 μS (Tabela 32). Observou-se um aumento nos valores da condutividade elétrica na camada de cobertura na ordem de 85%, desde o momento da adição da mesma (0 dia) até os 60 dias, ocorrendo uma redução de 13%, aos 120 dias.

Tabela 32. Condutividade elétrica (μS), nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), média de 3 repetições.

		Ambiente						Produtividade
Solo	Profundidade	Dalsem			Estufa			(%)
		0 dias	60 dias	120 dias	0 dias	60 dias	120 dias	Media
1	Superfície	96,57	642,00	604,33	119,37	575,33	366,67	14,38
	Barranco	121,20	724,67	619,67	109,10	788,00	431,00	14,51
2	Superfície	118,23	800,67	713,67	91,57	596,67	428,00	15,19
	Barranco	91,30	608,00	661,33	89,80	591,33	501,00	13,43
3	Superfície	99,37	592,00	499,33	96,87	820,00	405,67	14,48
	Barranco	81,00	734,00	831,33	78,30	515,33	382,33	13,44
4	Superfície	102,47	750,00	637,00	91,50	977,33	498,67	14,66
	Barranco	78,70	769,33	592,33	83,80	607,33	394,00	16,01
5	Superfície	90,47	782,67	691,00	100,47	762,00	460,67	13,14
	Barranco	75,87	616,67	592,00	80,60	816,00	483,00	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

Os maiores resultados de condutividade elétrica encontrados aos 60 dias, podem ser justificados devido a dois fatores: a solubilização de sais ao longo do cultivo (reação

do pH), principalmente sódio e potássio e a quantidade de micélio presente na camada de cobertura, o qual absorve nutrientes do composto.

Valores semelhantes de condutividade elétrica também foram verificados por outros autores no cultivo de *A. bisporus*, com outras camadas de cobertura. Vijay et al. (1987), utilizando solo de jardim (521 μS) e Border (1993), trabalhando com fibra de coco (250 μS). As camadas de cobertura mais utilizadas no cultivo de “champignon” é a turfa de musgo, com condutividade de 57 μS , e a turfa preta, com 1.746 μS (PARDO et al., 2003a). Porém nenhum trabalho abordando valores de condutividade elétrica foi realizado, no cultivo de *A. blazei*.

Vários solos vêm sendo utilizados no cultivo de cogumelos, porém com relação aos atributos químicos destes, recomenda-se um mínimo de 50 g kg^{-1} de matéria orgânica (EDWARDS, 1974; HAYES, 1978). Mas, estes valores nem sempre são compatíveis aos valores dos materiais utilizados como camada de cobertura à base de “solos”. A turfa por sua vez possui matéria orgânica de 460 a 990 g kg^{-1} , a fibra de coco de 900 g kg^{-1} e o composto exaurido de 206 g kg^{-1} (PARDO et al., 2003a; SINGH et al., 2000). Porém estes materiais possuem elevada quantidade de matéria orgânica devido possuir origem vegetal, diferente dos solos utilizados como camada de cobertura, que possuem origem mineral.

Os resultados de matéria orgânica verificados no experimento variaram de 15,11 a 31,7 g kg^{-1} , muito abaixo dos dados encontrados na literatura, outro fator observado neste trabalho foi o aumento de matéria orgânica ao longo do cultivo (Tabela 33).

Tabela 33. Resultados de M.O. realizados nas camadas de cobertura, nos dois ambientes de cultivo em três tempos diferentes (0, 60 e 120 dias após a adição da camada de cobertura), resultados expressos em g kg^{-1} .

Solo	Profundidade	Ambiente						Produtividade (%) Media
		0 dias	Dalsem 60 dias	120 dias	0 dias	Estufa 60 dias	120 dias	
1	Superfície	18,62	22,13	29,74	18,75	21,94	29,29	14,38
	Barranco	16,08	19,33	22,91	15,24	21,68	24,99	14,51
2	Superfície	18,36	23,95	27,86	18,36	23,11	30,53	15,19
	Barranco	15,11	20,31	23,89	15,56	20,70	23,18	13,43
3	Superfície	17,19	23,50	29,03	17,97	25,58	30,07	14,48
	Barranco	15,96	20,90	22,46	15,50	19,99	22,27	13,44
4	Superfície	21,42	26,30	28,25	20,19	24,02	31,70	14,66
	Barranco	16,15	19,27	22,66	15,96	18,43	22,59	16,01
5	Superfície	19,27	19,66	26,50	24,48	29,36	29,68	13,14
	Barranco	17,06	16,02	16,35	17,39	24,35	23,83	13,29

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

A principal influencia que contribuiu para este aumento foi à presença do micélio na camada de cobertura, o qual gerou um aumento de 24 a 40% na quantidade da M.O. total da camada de cobertura ao longo do cultivo. Acredita-se que este aumento de 24 a 40% pode ser referente à quantidade real de hifas e micélios que coloniza a camada de cobertura, sendo estes valores variados dependendo da textura e porosidade do solo.

Pardo et al. (2002b) ressaltaram que 50% da variabilidade do tamanho do cogumelo se deve às características físico-químicas da camada de cobertura, tanto que cogumelos de massa elevada podem ser associados com coberturas de porosidade reduzida, conteúdo elevado de cinza ativa e a menor quantidade de matéria orgânica.

Quando os autores referem-se à quantidade de matéria orgânica e a massa de basidiomas, os mesmos citam valores de: solo com matéria orgânica de 56 g kg⁻¹, massa de 18,2 gramas; e solo misturado com turfa preta (4:1, v/v) com 469g kg⁻¹ de matéria orgânica e massa de basidiomas de 12,3 gramas (PARDO et al., 2002b).

6.3.3 Características microbiológicas

A análise microbiológica realizada no presente experimento teve como objetivo verificar o efeito da pasteurização sobre a comunidade microbiana do solo, e sua conseqüente correlação com a produtividade de *A. blazei*. Vários autores afirmam que é necessária a presença de microorganismos na camada de cobertura, principalmente bactérias como *Pseudomonas Putida* (ARROLD; 1972; HAYES, 1969).

Tanto que, Eger (1961, 1962 e 1963) afirmou que não ocorria formação de primórdios em coberturas esterilizadas, levantando a hipótese de que a frutificação de *A. bisporus* estava relacionada à presença de microorganismos. Porém, em 1976, pesquisadores afirmaram que em coberturas esterilizadas poderiam sim verificar a formação de primórdios, bastava adicionar carvão ativo nas mesmas (WOOD, 1976; COUVY; 1976).

Contudo, varias são as literaturas apresentadas com relação à presença benéfica de microrganismos na camada de cobertura, mas quando se utiliza solo como camada de cobertura este obrigatoriamente deve passar por um processo de desinfestação, visando eliminar alguns organismos que possam ser maléficos ao cultivo (fungos, bactérias e nematóides).

Pardo et al. (1997) ressaltaram a importância da utilização de algum tratamento desinfetante na camada de cobertura, pois a mesma pode conter esporos de fungos, larvas de insetos, nematóides, etc., vindo a causar problemas fitossanitários no cultivo de cogumelos. O mesmo autor ainda ressalta que o tratamento desinfetante pode ser feito por calor (úmido, seco e solar), substâncias químicas (formoldeido, cloropicrina, brometo de metil e Basamid [2,5-Dimethyl-1,3,5-2H-tetrahydrothiodiazin-2-thione]) e sintéticos (vapor-benlate [benomyl] e vapor-formoldeido).

No presente experimento, o tratamento realizado na camada de cobertura foi à base de calor úmido (vapor). Porém, Silva et al. (2007) ressaltam que o tratamento utilizando formoldeido possui maior eficiência que o tratamento a calor úmido (vapor), isto com relação à redução da comunidade bacteriana da camada de cobertura.

Os resultados de comunidade microbiana do presente trabalho são apresentados na tabela 34. As combinações de solos coletadas a 2,0 metros de profundidade (barranco) não diferiram entre si com relação à UFC de *Pseudomonas*. Por outro lado, os solos coletados superficialmente apresentaram diferenças significativas, sendo que o solo 5 resultou nas maiores quantidades de bactérias deste gênero.

Tabela 34. Dados de análise microbiológica das camadas de cobertura, realizada após desinfestação das mesmas.

Solo ¹	Meio de cultura		PIA		EL		MARTIM	
	Profundidade	Superfície	Barranco	Superfície	Barranco	Superfície	Barranco	
UFC g ⁻¹ de terra								
1		0,53 Ba	0,03 Aa	22.053,00 A a	2.928,00 A b	2,71 Aa	0,44 Aa	
2		0,83 Ba	0,03 Aa	2.931,00 Ca	1.572,00 Aa	2,39 Aa	1,56 Aa	
3		0,07 Ba	0,03 Aa	2.964,00 Ca	946,00 Aa	0,11 Aa	0,09 Aa	
4		1,89 Ba	1,74 Aa	2.899,00 Ca	461,65 Aa	3,21 Aa	1,14 Aa	
5		5,81 Aa	0,07 A b	10.628,00 B a	1.462,00 A b	3,41 Aa	0,86 A b	
DMS		2,73 ²	3,84 ³	4.868 ²	6.829 ³	2,37 ²	3,33 ³	
CV		270,99		106,24		161,72		

Letra maiúsculas comparam os resultados em coluna (solos) e letras minúscula comparam os resultados entre linha (profundidade).

¹ Solo 1: 100% SLSB, Solo 2: 75% SLSB + 25% LVEA, Solo 3: 50% SLSB + 50% LVEA, Solo 4: 25% SLSB + 75% LVEA e Solo 5: 100% LVEA.

² DMS para aos resultados obtidos dentro do fator profundidade

³ DMS para aos resultados obtidos dentro do fator solo

Visser (1988), ressalta que algumas comunidades devem ser preservadas na camada de cobertura, sendo que a presença destas comunidades pode ser

alcançada utilizando o tratamento à vapor devido aos seguintes fatores: não ultrapassa 100°C (não ocorrendo eliminação total da microbiota), reduzindo assim a facilidade de recontaminação do material utilizado, além de que o tratamento a vapor favorece a retenção e acumulação de amônia em materiais com alto teor de matéria orgânica. O autor recomenda, um tratamento por 30 minutos a 60°C, como suficiente para se eliminar a maioria das pragas e competidores patogênicos.

O solo 5, coletados superficialmente, foi à única combinação de solo que apresentou diferença significativa com relação à quantidade de bactérias do gênero *Pseudomonas* em função da profundidade de coleta; valores de 98,7% a mais de *Pseudomonas* foram verificados, quando comparado com o mesmo solo coletado a 2,0 metros de profundidade.

Por outro lado, a combinação utilizada no solo 1, apresentou a maior comunidade total de bactérias em ambas as profundidades de coleta, sendo que a quantidade verificada no solo coletado superficialmente foi mais elevada que no solo de barranco (Tabela 34), resultado semelhante ao apresentado pelo solo 5 com relação à comunidade bacteriana do gênero *Pseudomonas*.

Wuest e Schisler (1968) trabalhando com diversos tratamentos, de vapor e químicos (cloropicrina, formoldeido, brometo de metil e Vapam [N-metil-dihidrato ditiocarbamato de sódio]) e correlacionando-os com a produtividade de *A. bisporus*, verificaram que o único tratamento que apresentou redução significativa na produção de basidiomas, foi utilizando formoldeido, apesar do mesmo não eliminar totalmente a microbiota presente na camada de cobertura.

Já Minhoni et al. (2006), verificando o efeito do tratamento químico (formol) e físico (vapor) de camadas de cobertura, em função da produtividade de basidiomas da mesma camada de cobertura sem nenhum tratamento, observaram que não ocorre diferença significativa na produtividade de *A. blazei*.

No presente trabalho, a comunidade bacteriana variou de 461 a 22.053 UFC g⁻¹ dependendo do solo utilizado e sua profundidade de coleta. Silva et al. (2007), utilizando Latossolo Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho distrófico, verificaram uma comunidade bacteriana após o tratamento com vapor de 3.720.000 e 800.000 UFC g⁻¹, respectivamente para Latossolo Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho distrófico.

Valores reduzidos da comunidade microbiana encontrada no presente trabalho e coeficiente de variação elevado podem ter ocorrido devido à temperatura ter ultrapassado os 62°C durante o tratamento de vapor, o qual foi estabelecido para se estender por 6 horas (item 5.4.5). Este aumento acima de 62°C ocorreu devido a temperatura da câmara climatizada ser controlada por sensores, os quais eram introduzidos no centro de caixas plásticas contendo as camadas de cobertura.

Assim até a temperatura interna da caixa, onde se encontrava os sensores, atingirem 62°C, foram verificadas no interior da câmara climatizada temperaturas entre 66 e 68°C, as quais devem ter sido verificadas também nas camadas de cobertura que se encontravam na parte superficial interna da caixa.

Pardo et al. (2002b), observaram a comunidade bacteriana de diferentes combinações de camada de cobertura, sendo estas e suas respectivas quantidades de bactérias: solo + turfa de musgo (*Sphagnum*) (4:1, v/v) – 1.050.000 UFC g⁻¹; solo + turfa negra (4:1, v/v) – 8.790.000 UFC g⁻¹; solo + fibra de coco (4:1, v/v) – 3.530.000 UFC g⁻¹

Não foi encontrada diferença significativa com relação à comunidade fúngica nas combinações de solos. Já com relação à profundidade de coleta, o solo 5 foi o único que diferiu estatisticamente, sendo que a coleta realizada a 0,2 metros de profundidade “superfície”, apresentou 75% a mais de UFC, em relação ao solo coletado a 2,0 metros de profundidade “barranco”.

Correlação positiva entre a comunidade fúngica e a produtividade de *A. blazei* (Figura 30 e 31) foi verificado, porem nenhuma correlação, foi observada com relação à produtividade e a comunidade total de bactérias (incluindo as do gênero *Pseudomonas*).

A presença elevada de bactérias, encontradas nos solos coletados superficialmente pode ser explicado devido a maioria delas serem quimiostáteis, ou seja, as mesmas se locomovem em direção as fontes de nutrientes encontradas no solo e também oriundas de outros microorganismos. Já com relação à maior presença de fungos nos solos de superfície, deve-se a quantidade elevada de matéria orgânica, nutrientes e raízes de plantas encontradas superficialmente.

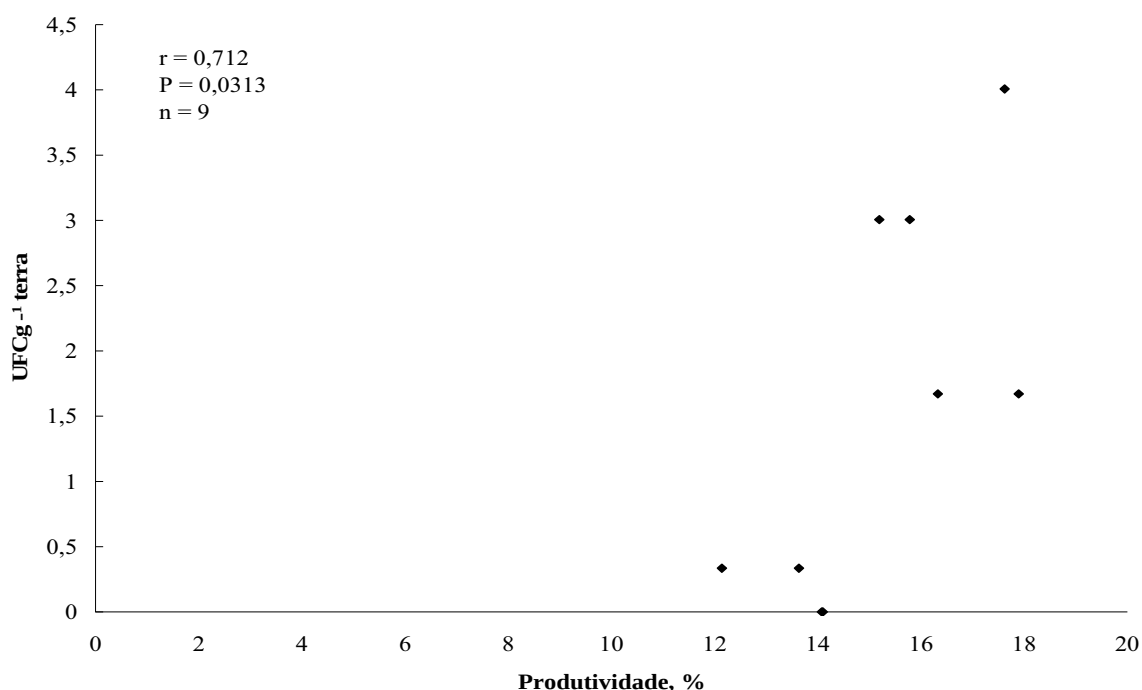


Figura 30. Correlação entre UFC no meio Martim e a produtividade do solo 2 coletado a 2,0 metros de profundidade.

Porem a microbiota não era unicamente influenciado pelos fatores citados anteriormente. Outros fatores relevantes também podem ter influenciado na quantidade e densidade de fungos e bactérias presentes na camada de cobertura, tais como: temperatura de cultivo, pH da camada de cobertura, aeração e luminosidade as quais possuem uma interação nas relações de antagonismo e sinergismo entre os microorganismos.

Solos utilizados como camada de cobertura, com quantidade total de colônias de fungos em torno de 1,6 a 4 UFC g⁻¹, apresentaram produtividade maior do que os mesmos solos com ausência de colônia de fungos (Figura 30 e 31).

Este resultado de correlação positiva encontrado entre a quantidade total de colônias de fungos e a produtividade de *A. blazei*, pode ser explicado devido à competição que ocorre entre os nutrientes e os microorganismos disponíveis na camada de cobertura. Pode haver a possibilidade dos fungos serem os microrganismos primários que prevalecem interferindo na produtividade da camada de cobertura, os quais, a partir de seu metabolismo fornecem nutrientes e outras substâncias a comunidades microbianas secundárias, tais como:

bactérias e leveduras, que possuem a capacidade de se multiplicar e reproduz mais rápido que os próprios fungos (conforme pode ser observado na Tabela 34).

O mesmo pode ser observado em condições naturais de florestas, onde a indução de primórdios é causada pela presença de uma grande diversidade de microrganismos (COLAUTO, 1998). Interações entre microrganismos tornam o solo um sistema dinâmico onde ocorrem reações bioquímicas essenciais para a manutenção da vida.

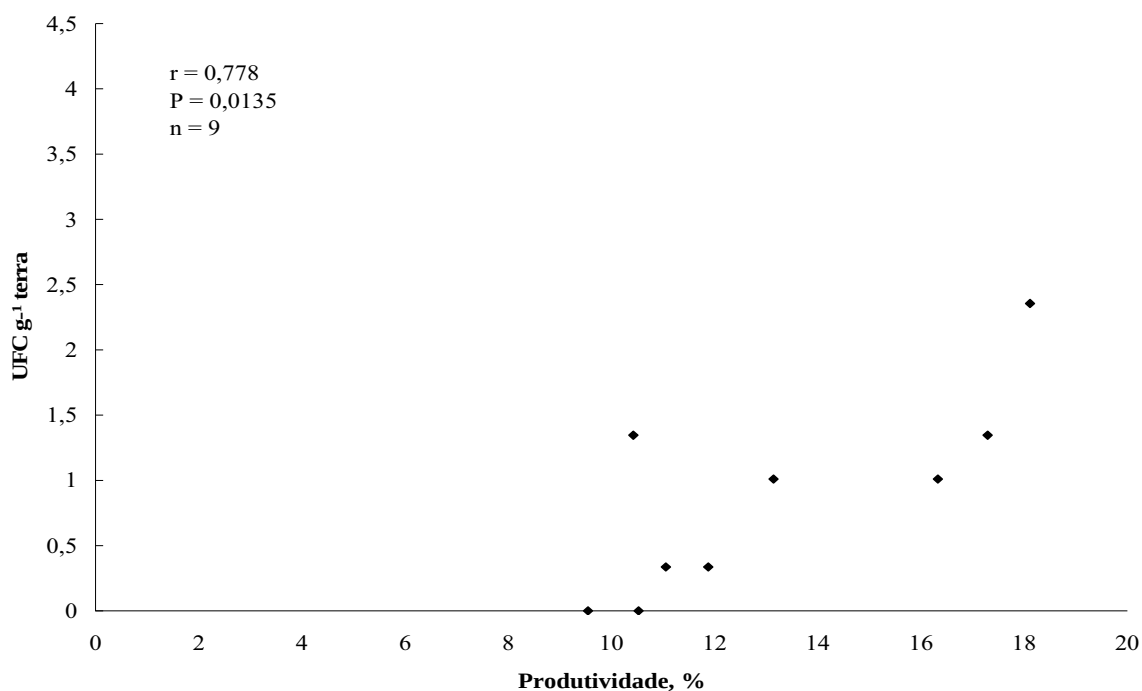


Figura 31. Correlação entre UFC no meio Martim e a produtividade do solo 5, coletado a 2,0 metros de profundidade.

Porém, vários trabalhos são citados com relação à influência de bactérias na indução de primórdios de *A. bisporus*, não ocorrendo o mesmo com relação aos fungos. Pardo et al. (2002a), fazendo uma revisão de literatura sobre os fatores microbiológicos que influenciam a frutificação de *A. bisporus* na camada de cobertura, abordou citações envolvendo fungos na produção de basidiomas, em apenas 10% do total de seu trabalho. Outro trabalho também foi verificado por O'Donogue (1963), que associou a presença de Actinomycetos como estimulador de primórdios.

Contudo pode-se concluir que no cultivo de cogumelo “in vivo” ocorre uma interação completa entre as características físicas, químicas e microbiológicas das

camadas de cobertura, dificultando assim as definições precisas sobre quais são as características ótimas, que uma camada de cobertura deve possuir no cultivo de *A. blazei*.

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos durante o período de experimentação, conclui-se que:

- As combinações de solos, não diferiram estatisticamente entre si (Tukey, 5%) para os valores de produção (kg), produtividade (%), eficiência biológica e número de basidiomas.
- As combinações de solo 1 e 2, apresentaram menores massas de basidiomas.
- A profundidade de coleta dos solos não apresentou diferença significativa em nenhuma das variáveis do cogumelo (produção, produtividade, eficiência biológica, número e massa de basidiomas).
- A combinação utilizada no solo 1, apresentou maior precocidade em ambos os ambientes de cultivo.
- O cultivo realizado em estufa rústica proporcionou maior produção, produtividade, eficiência biológica e número de basidiomas.
- Os cogumelos de maior massa foram obtidos na câmara climatizada.
- Há a necessidade de adequação do manejo da câmara climatizada para o cultivo de *A. blazei*.

- A produtividade apresentou correlações positivas com o teor de silte, densidade do solo, conteúdo de água (saturado), porcentagem de saturação por bases (V%) e a quantidade total de fungos presente na camada de cobertura.

- A produtividade apresentou correlações negativas com o teor de argila, $H + Al$ e a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) das camadas de cobertura utilizadas neste experimento.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, A. M. **Efeito da camada de cobertura na produtividade e acúmulo de metais pesados em *Agaricus blazei* Murrill**. 2002. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

ANDRADE, M. C. N, et. al. Camadas de cobertura mais utilizadas na região de Piedade/ SP para o cultivo de *Agaricus blazei*. In: **III Simpósio Internacional sobre cogumelos no Brasil**, 2006, São Paulo-SP. III Simpósio Internacional sobre cogumelos no Brasil, 2006.

ANDRADE, C. N. A. et al. Productivity, biological efficiency, and number of *Agaricus blazei* mushrooms grown in compost in the presence of *Trichoderma* sp. and *Chaetomium alivacearum* contaminants. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 38, p. 243 - 247, 2007.

ARROLD, N. P. Confirmation of ability of *Pseudomonas putida* to cause fruiting of the cultivated mushroom. **BULL, M.G.A.**, v. 269, p. 200-201, 1972.

BELS-KONING, H. C. Experiments with casing soils, water supply and climate. **Mushroom Science**, v. 1, p. 78-84, 1950.

BITTENCOURT, R. N. **Interações entre linhagens e camadas de cobertura na produtividade do *Agaricus Blazei* (Murr.) ss. Heinem., (*A. brasiliensis* Wasser et al.)**. 2003. 59 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia/ Biotecnologia) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2003.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. "Bulk Density" In: KLUTE, A. (ed) **Methods of soil analysis, Part I: Physical and Mineralogical Methods**. Madison, Wisconsin (USA), American Society of Agronomy & Soil Science Society of America, 1986. (Agronomy series number), v. 9, n. 13, p 363-376.

BONONI, V. L. R.; CAPELARI, M.; TRUFEM, S. F. B. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 206 f.

BORDER, D. Alternatives to peat. **Mushroom Journal**, v. 523, p. 23-24, 1993.

BRAGA, G. C. et al. **Manual do cultivo de *Agaricus blazei* Murr. "Cogumelo-do-Sol"**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1998. 44 f.

BRAGA, G. C. **Produtividade de *Agaricus blazei* Murrill em função do ambiente de cultivo e massa do substrato e camada de cobertura**. 1999. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

CARON, M. Peat moss as casing in the mushroom industry. **Mushroom News**. Dec: 5-7, 1987.

CARVALHO, W. A. et al. Levantamento de solos da Fazenda Lageado. Botucatu: "Faculdade de Ciências Agrônômicas" - Universidade Estadual Paulista, 1983. 95 f.

CAVALCANTE J. L. R. **Avaliação da produtividade do cogumelo *Agaricus blazei* (Murril) ss. (Heinem.) em dois ambientes de cultivo e três tipos de camada de cobertura no município de Guaramiranga, Estado do Ceará**. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

COLAUTO, N. B. **Influência de *Pseudomonas putida* na indução de basidiocarpos em *Agaricus* spp.** 1998. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

COUVY, J. Les facteurs de la fructification de l' *Agaricus bisporus* (Champignon de couche). **Bulletin FNSACC**, v. 14, p. 585-604, 1972.

COUVY, J. La frutification d' *Agaricus bisporus* em milieu aseptique: um modèle experimental pour l'étude des substances impliquées dans l'initiation fructifère. **Mushroom Science**, v. 9, n. 1, p. 157-164, 1976.

CURTO, S.; FAVELLI, F. Stimulative effect of certain micro-organisms (bacteria, yeasts, microalgae) upon fruit-body formation of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. **Mushroom Science**, v.8, p.67-74, 1972.

DATE, K.; MIZUNO, T. Cultivation of Tsukuritake, occident mushroom (*Agaricus bisporus*). **Food Reviews International**. v.3, p. 13, 1997.

DELMAS, J. Cultivation in western countries: growing in caves. **Edible Mushrooms**. 1978. p. 251-296.

DESCHAMPS, J. R. **Producción y comercialización de hongos comestibles**. Buenos Aires, Orientação Gráfica, 2005. 210 f.

EDWARDS, R. L. Historical review and physics of casing soils. In: **The Casing Layer**. Proceeding...HAYES, W.A. (Ed.). Mushroom Growers' Association. W.S. Maney & Son Ltd. Leeds, 1974. p. 1-10.

EGER, G. Untersuchungen über die function der dekschicht bei der fruchtkörperbildung des kulturchampignons, *Psalliota bispora* Lge. **Archiv für Mikrobiologie**, v. 39, p. 313-314, 1961.

EGER, G. The 'Halbschalentest', a simple method for testing casing materials. **Bull, M.G.A.**, v. 148, p. 159-168, 1962.

EGER, G. Untersuchungen zur fruchtkörperbildung des kulturchampignons. **Mushroom Science**, v.5, p. 314-320, 1963.

EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. **Manual teórico prático de biotecnologia e microbiologia agrícola**. Botucatu: "Faculdade de Ciências Agrônômicas" - Universidade Estadual Paulista, 1997. 36 f.

EIRA, A. F. **Cultivo do cogumelo medicinal *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann.** Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2003. 308 f.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 f.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 f.

FERMOR, S. et al. Microbiological properties of casing. In: **INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS ON THE CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI: MUSHROOM SCIENCE**, 2000, Rotterdam. **Proceeding...** Rotterdam: Balkema, 2000. p.447-454.

FLEGG, P. B. Pore space and related properties of casing materials. **Mushroom Science**, v. 2, p. 149-161, 1953.

FLEGG, P. B. The casing layer in the cultivation of the mushroom (*Psalliota hortensis*). **Journal of Soil Science**, v. 7, p. 168-176, 1956.

FLEGG, P. B. the natural accumulation of soluble salts in the casing layer of mushroom beds. **Journal of Horticulturae Science**, v. 36, p. 139-144, 1961.

FLEGG, P. B. The development of mycelial strands in relation to fruiting of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). **Mushroom science**, v. 5, p. 300-313, 1963.

FLEGG, P. B. Effect of temperature on the development of sporophore of *Agaricus bisporus* beyond a cap diameter of 2mm. **Mushroom Science**, v. 10, n. 1, p. 603-609, 1979.

FLEGG, P. B.; WOOD, D. A. Growth and fruiting. In: **The Biology and Technology of Cultivated Mushroom. Proceedings...** FLEGG, P. B.; SPENCER, D. M.; WOOD, D. A. (eds), p. 141-177. Jonh Wiley & Sons Ltd. Chichester, UK, 1985.

GARCHA, H. S.; SEKHON, A. Evaluating casing materials for mushroom culture in Punjab (Índia). **Mushroom Science**, v. 11, n. 2, p. 411-417, 1981.

GÜLSER, C.; PEKSEN A. Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation. **Bioresource Tecnology**, v. 88, p. 153 - 156, 2003.

HAN, J. The influence of photosynthetic bacteria treatments on the crop yield, dry matter content, and protein content of the mushroom *Agaricus bisporus*. **Scientia Horticulturae**. v. 82, p. 171-178, 1999.

HAYES, W. A.; RANDLE, P. E.; LAST, F. T. The nature of microbial stimulus affecting mushroom mycelium on the ecology of the casing layer. **Mushroom Science**, v. 9, n. 1, p. 259-268, 1969.

HAYES, W. A. Nutritional factors in relation to mushroom production. **Mushroom Science**, v. 8, p. 663-674, 1972.

HAYES, W. A. **The casing layer**. Leeds: The Mushroom Growers' Association, 1974. 65 f.

HAYES, W. A. Nutrition, substrates, and principles of diseases control. In: The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Proceeding...CHANG, S.T.; HAYES, W.A.(Eds.). Academic Press, Inc. London, p 219-237, 1978.

HAYES, W. A. Interrelated factors studies of physical, chemical and biological factors in casing soil and relationships with productivity in commercial culture of *Agaricus bisporus*. **Mushroom Science**, v. 11, n. 2, p. 103-129, 1981.

HERMANS, C. Climate and cultivation technique. In: Cultivation of mushrooms. Proceeding...VAN GRIENSVEN, L. J. L. D. (ed), p. 213-248. Interlingua T. T. I. Ltd. East Grinstead, Sussex, UK, 1988.

IWADE, I.; MIZUNO, T. V. Cultivation of Kawariharatake (*Agaricus blazei* Murill). **Food Ver. Int.**, v.13, n.3, p.383-390, 1997.

KALBERER, P. P. Water potecials of casing and substrate and osmotic potenciales of fruit bodies of *Agaricus bisporus*. **Scientia Horticulturae**. (Amst.), v. 32, 175-82, 1987. p.

KLAR, A. E. **Irrigação - frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991.156p.

KOPYTOWSKI FILHO, J. **Relação C/N e proporção das fontes nitrogenadas na produtividade de *Agaricus blazei* Murril e poder calorífico do composto.** 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

KOPYTOWSKI FILHO, J. **Produtividade e eficiência biológica de *Agaricus blazei* (Murrill) Heinemann, em diferentes condições de cultivo.** 2006. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

KURTZMAN JUNIOR, R. H. Dolomite upsets the carbon dioxide balance. **The International Journal of Mushroom Sciences.** v. 13. p. 747-751, 1991.

KURTZMAN, R. H. *Agaricus bisporus* (Lge.) Imb. casing layer III: Casing from inert material. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS ON THE CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI: MUSHROOM SCIENCE, 1995, Rotterdam. **Proceeding...** Rotterdam: Balkena, 1995. v.1, p. 333-337.

KURTZMAN, R. H. *Agaricus bisporus* (Lge.) Imb. Casing layer IV: Ion exchange and soluble biocarbonate ion. **The International Journal of Mushroom Sciences.** v. 1. p. 27-32, 1996

LABUSCHAGNE, P.; EICKER, A.; GREUNING, M. V. Casing mediums for *Agaricus bisporus* cultivation in South Africa: A preliminary report. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS ON THE CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI: MUSHROOM SCIENCE, 1995, Rotterdam. **Proceeding...** Rotterdam: Balkena, 1995. v.1, p. 339-343.

LEMOES, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** ed,3, Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996, p. 83,.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica de água no solo.** São Paulo: EdUSP, 2005. 335 f.

LONG, P. E.; JACOBS, L. Some observations on CO₂ and sporophore initiation in the cultivated mushroom. **Mushroom Science**, v. 7, p. 373-384, 1968.

MILLER, N.; GILLESPIE, J. B.; DOYLE, O. P. E. The involvement of microbiological components of peat based casing materials in fructification of *Agaricus bisporus*. *Science and Cultivation of Edible Fungi.* 1995. 313-24p.

MINHONI, M. T. A.; KOPYTOWSKI FILHO, J.; ANDRADE, M. C. N. **Cultivo de *Agaricus blazei* Murrill ss. Heinemann**. 3. ed. Botucatu: FEPAF, 2005. 141p.

MINHONI, M. T. A., et al. Avaliação de diferentes métodos de desinfestação da camada de cobertura no cultivo do cogumelo *Agaricus blazei* Murril ss. Heinemann.. In: **Fertbio**, 2006, Bonito-MS. Fertbio, 2006.

NAIR, N.G.; HAYES, W.A. Suggested role of carbon dioxide and oxygen in casing soil. In: The Casing Layer. Proceeding...HAYES, W.A. (ed), P.27-36. Mushroom Growers' Association, W.S Maney & Son Ltd. Leeds, UK, 1974.

NAIR, N. G.; CHO, K. Y.; MITCHELL, F. An alternative method of nutrient supplementation in the cultivation of the commom mushroom *Agaricus bisporus*. **Aust. J. Exp. Agric.**, v. 33, p. 115-117, 1993.

NAIR, M. C.; GOKULAPALAN, C. D. L. **Mushroom biotechnology**. Jodhpur: Scientific, 1994. 193 p.

NOBLE, R.; GAZE, R. H. Properties of casing peat types and additives and their influence on mushroom yield and quality. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS ON THE CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI: MUSHROOM SCIENCE, 1995, Rotterdam. **Proceeding**... Rotterdam: Balkena, 1995. v.1, p. 305-312.

NOBLE , R, et al. Properties os peat-based casing soils and their influence on the water relations and growth of the mushroom (*Agaricus bisporus*). **Plant and Soil**. 207. p. 1-13, 1999.

NOBLE, R, et al. Primordia initiation of mushroom (*Agaricus bisporus*) strains on axênico casing materials. **Mycologia**, 95(4), pp. 620-629. 2003.

NOBLE, R.; DOBROVIN-PENNINGTON, A. Partial substitution of peat in mushroom casing with fine particle coal tailings. **Scientia Horticulturae**, v.104, p.351-367, 2005.

O'DONOGHUE, D.C. New light on fruit body initiation. **Mushroom Science**, v. 5, p. 247-249, 1963.

OEI, P. **Mushroom cultivation**. 3 ed. The Netherlands: Backhuys Publishers Leiden, 2003. 429 p.

PARDO, A.; JUAN A.; PARDO, E. Cobertura y fructificación del champiñón cultivado, *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach: materiales y aspectos prácticos. In: Avances en la tecnología de la producción comercial del Champiñón y otros hongos cultivados. **Proceeding...**Cuenca - Espanha, 1997

PARDO, A.; JUAN A.; PARDO, E. Factores que influyen en la iniciación de la fructificación del champiñón cultivado. I. Factores Físicos y Ambientales. Factores Químicos y Nutritivos. **Información Técnica Económica Agraria**, v. 98, n. 1, p. 33-43, 2002a.

PARDO, A.; DE-JUAN, J. A.; PARDO, J. E. Bacterial activity in different types of casing during mushroom cultivation *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. **Acta Alimentaria**, [S.l.], v. 31, n. 4, p. 327-342, 2002b.

PARDO, A.; JUAN A.; PARDO, E. Factores que influyen en la iniciación de la fructificación del champiñón cultivado. II. Factores microbiológicos. **Información Técnica Económica Agraria**, v. 98, n. 2, p. 87-94, 2002c.

PARDO, A.; JUAN A.; PARDO, E. Characterization of different substrates for possible use as casing in mushroom cultivation. **Science and Technology**. v. 1. 2003a. p. 107-114.

PARDO, A.; JUAN A.; PARDO, E. Performance of composted vine shoots as a peat alternative in casing materials for mushroom cultivation. **Science and technology**. v. 1. p. 209-214, 2003b.

PARK, J. Y.; AGNIHOTRI, V. P. Sporophore production of *Agaricus bisporus* in aseptic environments. **Antonie van Leeuwenhoek**. v. 35. p. 523-528, 1969.

RAIJ, B.V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto agrônomo, 2001. 285 f.

RAINEY, P. B.; COLE, A. L. J. SANDERSON, F. R. Air Filed pores: An important component of the mushroom casing layer. In: **Cultivating edible fungi**. Eds. P. J. Wuest, Royse, D. J.; BEELMAN, R. B., Elsevier, Amsterdam. 1986. p. 511-514

RANGEL, J. I., et al. Utilization of rice hull as casing material for mushroom (*Agaricus*) production. **Mycology Neotropical Application**, v. 9, p. 29-41, 1996.

SHANDILYA, T. R. Studies on casing soil media during the cultivation of *Agaricus bisporus*. **Mushroom Science**, v. 12, n. 1, p. 387-400, 1989.

SILVA, V. A. et al. Isolamento e identificação de bactérias presentes nos solos de cobertura utilizados no cultivo do cogumelo *Agaricus blazei* Murril. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1364 - 1373, 2007.

SINGH, M.; SINGH, R. P.; CHAUBE, H. S. Impact of physico-chemical properties of casing soil on yield of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS ON THE CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI: MUSHROOM SCIENCE, 2000, Rotterdam. **Proceeding...** Rotterdam: Balkema, 2000. p. 441-446.

SIQUEIRA, F. G. **Efeito do teor de nitrogênio, inoculantes e métodos de compostagem para cultivo de *Agaricus blazei***. 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

STAMETS, P.; CHILTON, J. S. **The mushroom cultivator**. Washington: Agarikon, 1983. 415 f.

STAMETS, P. Growing gourmet and medicinal mushroom. In: _____. **Casing: a topsoil promoting mushroom formation**. Berkeley: Teen Speed, 1993. chap. 20, p. 209-210.

STOKES, W. L.; JUDSON, S.; PICARD, M. D. **Introduction to geology: Physical and Historical**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1951. 656 p.

STOLLER, B. B. Synthetic casing for mushrooms beds. **Mushroom Science**, v. 10, n. 2, p. 187-216, 1979.

TOMÉ JR., J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Livraria Editora Agropecuária, 1997. 247f.

VAN GRIENSVEN, L. J. L. D. (Ed.) **The cultivation of mushrooms**. Horst: Mushroom Experimental Station, 1988. 515 f.

VIJAY, B.; SAXENA, S.; SOHI, H. S. Studies on new casing media for *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. **Mushroom Journal**, v. 178, p. 313-315, 1987.

VISSCHER, H. R. Structure of the casing medium and its influence on yield. **Mushroom Journal**, v. 28, p. 120-126, 1975.

VISSCHER, H. R. Structure of mushroom casing soils and its influence on yield and microflora. **Mushroom News**, v. 25, n. 2, p. 7-16, v. 25, n. 3, p. 5-22, 1977.

VISSCHER, H.R. Substitutes for peat in mushroom casing soil. **Mushroom Journal**, v.118, p.353-358, 1982.

VISSCHER, H. R. Casing soil. In: The Cultivation of Mushrooms. Proceeding...VAN GRIENSVEN, L. J. L. D. (ed), p. 73-89. Interlingua T. T. I. Ltd. East Grinstead, Sussex, UK, 1988.

WOOD, D. A. Primordium formation in axênico cultures of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. **J. Gen. Microbiol.**, v. 95, p 313-323, 1976.

WUEST, P.J.; SCHISLER, L.C. Effects of aerated stream and selected fumigant treatment of casing soil on mushroom production and microbial population of the soil. **Phytopathology**, v. 58, p. 1073, 1968.

ZIED, D. C. et al. Preço médio de mercado e classificação de basidiomas desidratados de *Agaricus blazei* na região de Piedade/SP. In: **III Simpósio Internacional sobre cogumelos no Brasil**, 2006, São Paulo-SP. III Simpósio Internacional sobre cogumelos no Brasil, 2006a.

ZIED, D. C. et al. Preparo e utilização de camadas de cobertura na região de São José do Rio Preto/ SP para o cultivo de *Agaricus blazei*. In: **2ª AMOSTRA CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, 2006, Botucatu- SP. 2ª AMOSTRA CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2006b.

ZIED, D. C. et al. Influência de diferentes materiais adicionados à camada de cobertura de cobertura na produção do cogumelo *Agaricus blazei* ss. Heinemann. In: 24º Congresso Brasileiro de Microbiologia. 24. **Proceeding...** Brasília, 2007.