

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO  
*Agaricus blazei* Murrill EM VÁRIOS MEIOS DE  
CULTURA E DESEMPENHO E QUALIDADE  
DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE  
ALIMENTADOS COM RAÇÃO  
SUPLEMENTADA COM ESSE FUNGO**

**JOÃO BORGES GUIMARÃES**

**2006**

**JOÃO BORGES GUIMARÃES**

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO *Agaricus blazei* Murrill EM VÁRIOS  
MEIOS DE CULTURA E DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE  
DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÃO  
SUPLEMENTADA COM ESSE FUNGO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Strito-Sensu em Ciência dos Alimentos para obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**

**Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Guimarães, João Borges

Produção de biomassa do *Agaricus blazei* Murrill em vários meios de cultura e desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com ração suplementada com esse fungo / João Borges Guimarães. -- Lavras : UFLA, 2006.  
140 p. : il.

Orientador: Eustáquio Souza Dias.  
Dissertação (Mestrado) – UFLA.  
Bibliografia.

1. Cogumelo. 2. Meios de cultura. 3. *Agaricus blazei*. 4. Frangos de corte. 5. Desempenho. 6. Carne. 7. Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.8

**JOÃO BORGES GUIMARÃES**

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO *Agaricus blazei* Murrill EM VÁRIOS  
MEIOS DE CULTURA E DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE  
DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÃO  
SUPLEMENTADA COM ESSE FUNGO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação Strito-Sensu em  
Ciência dos Alimentos para obtenção do título de  
“Mestre”.

**APROVADA em 22 de fevereiro de 2006**

**Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini** UFLA

**Profa. Dra. Maria Cristina Bressan** UFLA

**Profa. Dra. Rosane Freitas Schwan** UFLA

**Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias**  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

**A todos que  
procuram  
a realização de seus  
sonhos,**

**DEDICO!**

**Caio,**

**Bruno,**

**Débora,**

**OFEREÇO!**

## AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo.

À minha esposa, Débora e nossos filhos, Caio e Bruno, pela confiança e pelo amor dedicado a mim.

A minha mãe, pelo apoio e por compreender minha ausência.

A minha irmã Dalva, cunhado Paulo e Paulo Júnior, pelo carinho.

Aos sogros Dílson e Dalva; cunhados Jussara, Marco Aurélio e Paulo; concunhados Paulo e Sônia, e sobrinhos, por fazerem parte de minha família.

Aos tios Sebastião, João, Djanira e Juvercina, pelo carinho e apoio.

A todos os familiares que torcem por mim.

À Professora Dra. Rosane Freitas Schwan, pelos ensinamentos, profissionalismo e pela confiança, desde a minha entrada na UFLA. Obrigado pela oportunidade para a realização do mestrado!

Ao Professor Dr. Eustáquio Souza Dias, pela acolhida, orientação, sugestões, críticas construtivas, pela paciência e pelo prazer em ajudar sempre. Muito obrigado pelo profissionalismo que pratica!

À Professora Dra. Maria Cristina Bressan, por ter permitido a realização de uma parte importante deste trabalho em seu Laboratório de Análises de Carnes, e pelo apoio, ensinamentos e incentivos constantes.

Ao Professor Dr. Antonio Gilberto Bertechini, pelo apoio, ensinamentos e disponibilidade durante a interpretação dos dados sobre o desempenho dos frangos e cálculos estatísticos.

Aos Professores Dr. Romildo da Silva, Dr. José Luís Contado e Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli do Valle, pelos ensinamentos, amizade e disponibilidade.

Ao Professor Ângelo (meu amigo “Tuca”), do Departamento da Educação, pelo apoio e amizade.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa (EAFST), Santa Teresa - ES, minha instituição de ensino, pela política de qualificação profissional de seus servidores.

A todos os servidores da EAFST, que torceram pelo meu sucesso no mestrado.

Aos amigos da EAFST “Lacy” e Márcia, “Chico” Daleprane e Marilene, Eduardo Ferreira e Ana Carla, Élio e Marita, e “Colombo”, pela amizade e incentivos.

Ao ex-diretor e diretor da EAFST, professores Marcus Vinícius e Luís Marcari, por ter permitido a minha saída para a realização do mestrado.

Ao diretor Professor Claudino Ortigara e todos os servidores da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes (EAFI), Inconfidentes, MG, pela acolhida, amizade e oportunidade de realização de uma parte importante de meu experimento no aviário daquela IFE.

Ao Professor Dr. Éder Clementino dos Santos, da EAFI, pelos ensinamentos e acompanhamento de toda a parte experimental de criação das aves.

Ao funcionário Sandro, da EAFI, pela ajuda durante o abate das aves.

Ao casal amigo e colegas de EAFST, Márcio e Andressa, pelo apoio, amizade e convivência em Lavras.

Aos irmãos de maçonaria, por compreenderem minha ausência.

Ao casal de Santa Teresa, Dr. Rogério e “Lolô”, pela amizade e apoio.

Ao cabo Nery e família, pela amizade, apoio e convivência em Lavras.

À amiga Márcia M. Tomizawa, pela amizade, companheirismo e convivência em Lavras.

Aos alunos da EAFI (Daniel e Douglas), da UFLA/DBI (Leandro, Milena e Graziella) e da UFLA/DCA (Patrícia) pelo auxílio em parte da pesquisa.

Às funcionárias da Microbiologia, Ivani, Cidinha e Magda; e às funcionárias da Ciência dos Alimentos, Creuza, Sandra e Tina, pela amizade, disponibilidade e profissionalismo.

Aos colegas e ex-colegas de pós-graduação, DCA: João Vicente e Merce, Masson, Josye, Disney, Peter, Nélio e Luizinho; DBI: Débora, Aramália, Fernanda, Míriam, Márcio, Nina, Evânia, “Val”, Carla, Félix, Euziclei, Gisele, Thaís, Sandra, Rômulo e Patrícia.

Aos alunos bolsistas de iniciação científica e estagiários do Laboratório de Microbiologia (ordem alfabética): Ana Paula, Caio, Carina, Claudinha, Daniella, Emerson, Gabriela, Janaína, Léo, Luziane, Maiara, Patrícia, Plínio e Whasley, pelo convívio e amizade.

Ao Paulo e à Jussara, pelo apoio, amizade e incentivos dados nas horas que mais precisamos.

Aos amigos Rosane e Disney, Eustáquio e Cidinha, e todos os membros da Igreja Maranata de Lavras, pelo apoio, solidariedade e amizade.

Aos amigos Luciano e Míriam.

Aos amigos Júlio e Rafaela.

Ao amigo Fábio do Laboratório de Fungos.

Aos funcionários do DBI/UFLA, Lamartine, Irondina, Rafaela e Zélia.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos, a minha gratidão!



## BIOGRAFIA

**JOÃO BORGES GUIMARÃES**, filho de Wenceslau Guimarães Borges (*in memoriam*) e Maria Conceição Borges, nasceu em Rio Paranaíba, MG, em 22 de junho de 1960. mudou-se para Patos de Minas, MG, aos 7 anos de idade, onde permaneceu até o término do 2º grau. É casado com Débora Pereira Guimarães e pai de Bruno Pereira Guimarães e de Caio Pereira Guimarães.

Químico e licenciado em Química pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, em janeiro de 1986. Bolsista de iniciação científica e aluno de mestrado em Agroquímica na UFV (1986), sob orientação do Prof. Dr. Cláudio Pereira Jordão; não concluiu o mestrado para se tornar professor efetivo do estado de Minas Gerais (1986), atuando em Viçosa e Patos de Minas.

É Especialista (*lato-sensu*) em Administração Escolar pela Universidade Salgado de Oliveira, São Gonçalo, RJ, (1993) e em Química pela Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, (1999). Desde janeiro de 1992 é professor efetivo, por concurso público nacional realizado pelo MEC, da Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa, Santa Teresa, ES.

Mestre em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras, com dissertação defendida em 22 de fevereiro de 2006.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	01
1 Introdução geral.....	02
2 Referencial teórico.....	04
2.1 Os cogumelos comestíveis – histórico.....	04
2.2 O cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	05
2.3 Valor nutricional do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	06
2.4 Atividades terapêuticas do <i>Agaricus blazei</i> .....	08
2.5 A produção de biomassa do <i>Agaricus blazei</i> .....	09
2.6 Necessidades físicas e nutricionais dos cogumelos.....	10
2.6.1 pH.....	11
2.6.2 Temperatura.....	12
2.6.3 Umidade.....	13
2.6.4 Luz.....	13
2.6.5 Macroelementos essenciais.....	13
2.6.5.1 Carbono.....	14
2.6.5.2 Nitrogênio.....	15
2.6.5.3 Enxofre.....	15
2.6.5.4 Fósforo, potássio e magnésio.....	16
2.6.6 Microelementos essenciais.....	16
2.7 Vinhaça.....	17
2.8 Aditivos nas rações de frangos de corte.....	17
2.9 Qualidade da carne de frango alimentado com ração e <i>Agaricus Blazei</i> .....	20
2.9.1 pH <i>post-mortem</i> .....	20

2.9.2 Cor.....	21
2.9.3 Perda de peso por cozimento (PPC).....	22
2.9.4 Força de cisalhamento (FC).....	23
2.9.5 Composição centesimal.....	23
2.9.5.1 Umidade.....	23
2.9.5.2 Proteína.....	24
2.9.5.3 Lipídeos.....	25
2.9.5.4 Cinzas.....	26
3 Referências bibliográficas.....	27
CAPÍTULO 2: Novo meio de cultura para o cultivo do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	
<i>blazei</i> .....	36
1 Resumo.....	37
2 Abstract.....	38
3 Introdução.....	39
4 Material e métodos.....	41
4.1 Microrganismo.....	41
4.2 Meios de cultura.....	41
4.3 Avaliação do crescimento micelial de <i>Agaricus blazei</i> nos novos meios de cultura.....	44
4.3.1 Cultivo sólido.....	44
4.3.2 Cultivo submerso.....	45
4.4 Avaliação de medidas físicas e nutricionais para a otimização do crescimento micelial do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	46
4.4.1 Avaliação do pH ideal para o cultivo do <i>Agaricus blazei</i> .....	46
4.4.2 Avaliação da temperatura ideal para o cultivo do <i>Agaricus blazei</i> .....	46
4.4.3 Avaliação do cultivo do <i>Agaricus blazei</i> em meio estático e com agitação.....	47
4.4.4 Avaliação do cultivo do <i>Agaricus blazei</i> em fermentador.....	47

4.4.5 Avaliação das concentrações de açúcares nos meios de cultura NPK, MBA e MBC, durante a fermentação submersa do fungo <i>Agaricus blazei</i> .....	48
4.4.6 Avaliação por HPLC das concentrações dos açúcares glicose, frutose e sacarose em vários meios, durante a fermentação submersa do <i>A. blazei</i> .....	49
5 Resultados e discussão.....	50
5.1 Avaliação de novos meios de cultura para o cultivo do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	50
5.1.1 Cultivo sólido.....	50
5.1.2 Cultivo submerso.....	54
5.2 Avaliação de medidas físicas e nutricionais para a otimização do crescimento micelial do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	56
5.2.1 Avaliação do pH ideal para o cultivo do <i>Agaricus blazei</i> .....	56
5.2.2 Avaliação da temperatura para o cultivo do <i>Agaricus blazei</i> .....	57
5.2.3 Avaliação do cultivo do <i>Agaricus blazei</i> em meio estático e com agitação.....	59
5.2.4 Avaliação do cultivo do <i>Agaricus blazei</i> em fermentador.....	60
5.2.5 Avaliação das concentrações de açúcares nos meios de cultivo NPK, MBA e MBC, durante a fermentação submersa do fungo <i>Agaricus blazei</i> .....	62
5.2.6 Avaliação, por HPLC, das concentrações dos açúcares glicose, frutose e sacarose em vários meios, durante a fermentação submersa do <i>A. blazei</i> .....	65
6 Conclusões.....	69
7 Referências bibliográficas.....	70
CAPÍTULO 3: O uso do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> como aditivo alimentar em ração para frangos de corte.....	73
1 Resumo.....	74
2 Abstract.....	75
3 Introdução.....	76

4 Material e métodos.....	77
4.1 Local e época de realização do experimento.....	77
4.2 Aves, instalações e equipamentos.....	77
4.3 Cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	78
4.4 Tratamentos e rações experimentais.....	79
4.5 Medidas de desempenho dos frangos.....	79
4.6 Rendimento de carcaça.....	82
4.7 Medidas de peso de órgãos do sistema imunológico.....	82
4.8 Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp. ....	83
4.9 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	83
5 Resultados e discussão.....	85
5.1 Desempenho dos frangos.....	85
5.2 Avaliação de carcaça, peito e gordura abdominal.....	89
5.3 Órgãos relativos à imunidade.....	91
6 Conclusões.....	95
7 Referências bibliográficas.....	96
CAPÍTULO 4: Qualidade da carne de peito de frango alimentado com o cogumelo <i>Agaricus blazei</i> .....	99
1 Resumo.....	100
2 Abstract.....	101
3 Introdução.....	102
4 Material e métodos.....	103
4.1 Local.....	103
4.2 Aves e obtenção das amostras.....	103
4.3 Tratamentos.....	104
4.4 Análise estatística.....	104
4.5 Análises físico-químicas.....	105
4.5.1 Determinação de pH.....	105

4.5.2 Medidas da cor ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , C e $H^\circ$ ).....	106
4.5.3 Perda de peso por cozimento (PPC).....	106
4.5.4 Força de cisalhamento (FC).....	106
4.5.5 Composição centesimal.....	107
5 Resultados e discussão.....	109
5.1 Declínio do pH <i>post-mortem</i> , perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC).....	109
5.2 Cor ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , C e $H^\circ$ ).....	112
5.3 Composição centesimal.....	115
5.4 Correlações.....	117
6 Conclusões.....	121
7 Referências bibliográficas.....	122
ANEXOS.....	125

## RESUMO GERAL

GUIMARÃES, João Borges. **Produção de biomassa do *Agaricus blazei* Murrill em vários meios de cultura e desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com ração suplementada com esse fungo.** Lavras: UFLA. 2006. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)\*

O cogumelo *Agaricus blazei*, originário do Brasil e cultivado em vários países, pode ser utilizado como alimento funcional e, em frangos, visa à eliminação ou a diminuição do uso de antimicrobianos nas rações. Este trabalho teve como objetivos o desenvolvimento de novos meios de cultura para a produção de massa micelial do *A. blazei* e avaliar a utilização desse cogumelo como aditivo na ração para frangos de corte. Para isso, foram conduzidos três experimentos: no primeiro, foram avaliadas diferentes formulações de meios de cultura, visando à produção de massa micelial de *A. blazei* para a utilização em ração; no segundo, avaliou-se o desempenho de frangos de corte alimentados com ração suplementada com o cogumelo desidratado e, no terceiro, avaliou-se a qualidade da carne de peito de frango alimentado com o *A. blazei*. Na primeira fase da pesquisa foram formulados três grupos de novos meios de cultura: Nitrogênio-Fósforo-Potássio (NPK), Meio Básico Alternativo (MBA) e Meio Vinhaça Suplementada (MVS), os quais foram comparados (mm/dia e mg/dia) com o meio MBC, já utilizado em laboratório. O meio de cultura de baixo custo e com melhor crescimento micelial foi o NPK; formulado com adubos fertilizantes (NPK, calcário, KCl e sulfato de amônio), sacarose, vinhaça e lêvedo de cerveja. Na segunda fase, foi analisado o desempenho de 595 frangos Ross alimentados com ração enriquecida pelo *A. blazei*, em 6 tratamentos e um controle, sendo o desempenho avaliado entre 1 e 42 dias. Os resultados indicaram diferenças entre os tratamentos, sendo 0,163% a concentração ideal de cogumelo desidratado na ração. Na terceira fase, foi avaliada a qualidade da carne de peito de frango alimentado com o cogumelo *A. blazei*. As medidas de qualidade analisadas aos 21 dias e aos 42 dias de criação foram: cor, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento - maciez (FC), pH, proteína, gordura, umidade e cinzas. Os resultados indicaram que o uso do cogumelo *A. blazei* em ração de frango de corte alterou positivamente atributos de qualidade da carne de peito, como perda de peso por cozimento, luminosidade e pH.

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias - UFLA (Orientador), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini, UFLA e Profa. Dra. Maria Cristina Bressan, UFLA

## GENERAL ABSTRACT

GUIMARÃES, João Borges. **Production of *Agaricus blazei* Murrill biomass in several culture media and performance and quality of the meat of broiler chickens fed diet supplemented with that fungus.** Lavras: UFLA. 2006. 140 p. Dissertation (Master in Food Science)\*

The mushroom *Agaricus blazei* native to Brazil and grown in several countries can be utilized as a functional food and in chickens, it aims at either the elimination or the decrease of antimicrobials in those birds' diets. This work was intended to develop new culture media for the production of mycelial mass of *A. blazei* and evaluate the use of that mushroom as an additive in the diet for broiler chickens. So, three experiments were conducted: in the first, different formulations of culture media were evaluated, aiming at the production of *A. blazei* mycelial mass for utilization in diet; in the second, broiler chickens' performance fed supplemented with the dehydrated mushroom was evaluated and in the third, the breast meat quality of chicken fed *A. blazei* was evaluated. In the first phase of the research, three groups of new culture media the first phase were formulated: Nitrogen-Phosphorus-Potassium (NPK), Alternative Basic Medium (MBA) and Supplemented Molasses Solubles Medium (MVS), which were compared (mm/day and mg/day) with the (MBC), medium already utilized in laboratory. The culture medium of low cost and best mycelial growth was the NPK; formulated with fertilizers (NPK, dolomitic limestone, KCl and ammonium sulfate), sucrose, supplemented molasses solubles medium and beer leaven. In the second phase the performance of 595 Ross chickens fed *A. blazei* - enriched diet in 6 treatments and one control, performance being evaluated between 1 and 42 days. The results indicated differences among the treatments, 0.163% being the ideal concentration of dehydrated mushroom in the diet. In the third phase, the quality of the breast meat of the chicken fed the mushroom *A. blazei* was evaluated. The quality measures analyzed at 21 and 42 days of raising: color, weight loss by cooking (WLC), shearing force – softness (SF), pH, protein, fat, moisture and ashes. The results indicated that use of the mushroom *A. blazei* in broiler chicken diet altered positively the quality attributes of breast meats weight loss by cooking, luminosity and pH.

---

\* Guidance Committee: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias - UFLA (Adviser), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini, UFLA, Prof. Dr. Maria Cristina Bressan, UFLA



## **CAPÍTULO 1**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Na produção de frangos de corte alguns critérios importantes estão relacionados à qualidade da carne produzida em seus aspectos de maciez, pH, cor, suculência, entre outras medidas pós-abate.

O uso de antibióticos e ou quimioterápicos em rações de frangos de corte, como promotores da absorção de nutrientes, é uma prática comum, na qual existe efeito benéfico sobre a microbiota intestinal. Entretanto, o uso contínuo de níveis subterapêuticos de antibiótico na alimentação animal levantou suspeitas sobre a possibilidade de selecionar algumas cepas de microrganismos resistentes a essas drogas podendo resultar, conseqüentemente, em microrganismos infecciosos resistentes também em humanos, adquiridos por contaminação cruzada.

Estudos revelaram que, uma vez respeitadas as dosagens e períodos de carência dos promotores de crescimento, a ave fica isenta de resíduos tóxicos. Apesar disso, o uso de antibióticos como promotores de crescimento em frangos de corte está sendo eliminado em países da Comunidade Européia, gerando, assim, uma adequação dos países exportadores de carne para a Europa, como o Brasil.

Substitutos naturais dos promotores de crescimento são pesquisados e trabalhos anteriores apontam para a utilização do fungo *Agaricus blazei*, como um possível aditivo em rações. Atividades terapêuticas, tais como as de anticarcinogênico, antiinflamatório e antibiótico, são encontradas em cogumelos, principalmente em Basidiomicetos e Ascomicetos. Com isso, o fungo *Agaricus blazei* tem sido alvo de algumas pesquisas na avaliação de seu potencial como um facilitador do crescimento em frangos de corte.

No entanto, a utilização do cogumelo desidratado apresenta algumas limitações, pelo fato de ser um produto de exportação, o que torna o seu custo muito elevado. Por isso, têm-se buscado alternativas, como o uso do composto pós-cultivo ou micélio do fungo produzido em condições de fermentações. Para a segunda alternativa, torna-se necessária a formulação de novos meios de cultura, de baixo custo e de fácil aquisição, para que o cultivo pleno do fungo seja viável economicamente, visando à produção de carne de frangos de corte.

Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho:

1. produzir novo meio de cultura de baixo custo e fácil aquisição para o cultivo do fungo *Agaricus blazei*;
2. avaliar os efeitos dos níveis crescentes do cogumelo em rações de frango de corte como alternativa aos aditivos usuais; e
3. avaliar a qualidade da carne de peito de frango, alimentado com ração suplementada com o cogumelo *Agaricus blazei*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Os cogumelos comestíveis – histórico

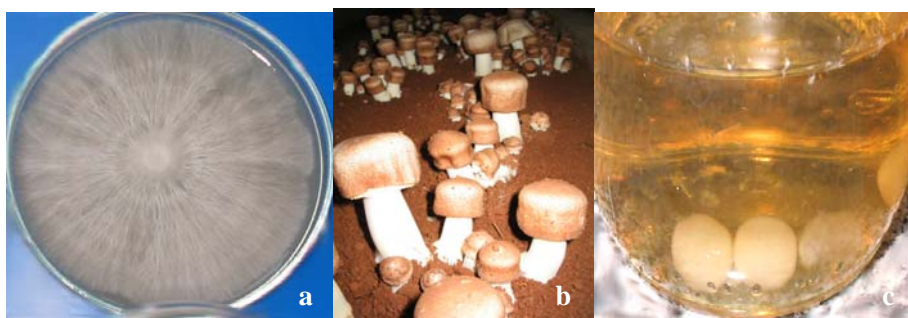
Os fungos comestíveis, provavelmente, tiveram importância na forma de vida e desenvolvimento das sociedades do período pré-neolítico. Na literatura etnográfica mundial, são encontradas evidências sobre o consumo de fungos comestíveis na América pré-hispânica, relatado por inscrições de missionários e soldados espanhóis do século XVI (Villareal & Pérez, 1989). Os maias também, muito provavelmente, tiveram relação com espécies de fungos comestíveis e alucinógenos, tendo em vista as estatuetas de pedra em forma de fungos superiores produzidas por eles naquele período (Urrea, 2001).

Segundo Miles & Chang (1997), os cogumelos comestíveis vêm sendo utilizados desde as civilizações antigas dos impérios romano, grego, chinês e egípcio, e na América Central, entre os incas e os astecas. O cultivo intencional iniciou-se na China, por volta do ano 600 d.C., com *Auricularia auricula* e entre o ano 800 a 900 d.C., com o *Flammulina velutipes*. O cultivo de *Lentinula edodes* iniciou-se entre os anos de 1000 e 1100 d.C. e o de *Agaricus bisporus*, que é o cogumelo mais cultivado atualmente, nos anos 1600 d.C. (Miles & Chang, 1997). No Brasil, a expansão do cultivo de *Agaricus blazei* começou a partir da década de 1990, impulsionada pelo alto preço desse cogumelo no mercado internacional (Braga et al., 1998; Neves, 2000).

O cogumelo *Agaricus blazei* tem recebido grande atenção, sendo considerado um alimento fisiologicamente funcional e matéria-prima para o desenvolvimento de novas drogas (Amazonas, 2004; Mizuno et al., 1990).

## 2.2 O cogumelo *Agaricus blazei*

O *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinem. (Figura 1) é um fungo saprófita, comestível e medicinal, que se desenvolve em clima tropical e úmido com temperatura variando entre 25°C a 28°C (Urban, 2004). Este cogumelo é conhecido como cogumelo-do-sol, mas essa denominação recebeu um registro de marca: “Cogumelo-do-sol®” (INPI, nº 818484063). É de ocorrência natural nas regiões serranas da Mata Atlântica do estado de São Paulo (Eira, 2003). A espécie também é conhecida, no Brasil, como cogumelo piedade, cogumelo de Deus ou cogumelo princesa; nos Estados Unidos, como “royal sun” *agaricus* (Urban, 2005); no Japão, ele é conhecido como himematsutake ou kawariharatake (Bellini et al., 2003; Kawagishi et al., 1989; Mizuno et al., 1990).



**FIGURA 1** Fotos do experimento com o fungo *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinem. cultivado em: a. placa, no meio NPK; b. canteiro protegido e c. cultivo submerso, no meio NPK.

O *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann é um fungo filamentosos, pertencente ao Reino Fungi, Divisão Basidiomycota, Classe Hymenomycetes, Ordem Agaricales, Família Agaricaceae e Gênero *Agaricus* (Alexopoulos, 1996; Braga & Eira, 1997).

Segundo relatos de produtores, o *A. blazei* foi coletado, inicialmente, em 1965, na cidade de Piedade, SP, pelo agricultor Sr. Takatoshi Furumoto, que o cultivou entre as décadas de 1960 e 70. Na época, algumas amostras foram levadas para o Japão, para a realização de estudos sobre suas propriedades medicinais (Eira, 2003), no Iwade Mushroom Institute, onde um processo de cultivo artificial foi desenvolvido (Mizuno et al., 1990). Depois, alguns isolados desse fungo retornaram ao Brasil para serem cultivados no ambiente natural, com menor custo de produção (Colauto et al., 2002).

A espécie *A. blazei* foi descrita, pela primeira vez, por Murrill, em 1945 e coletada em Gainesville, na Flórida (EUA). Os espécimes coletados no Brasil foram descritos por Heinemann (1993), que os identificou como da mesma espécie encontrada nos EUA. Entretanto, estudos taxonômicos posteriores demonstraram a existência de diferenças entre as espécies coletadas nos EUA, em 1945 e as originárias do Brasil, coletadas na década de 1960, consideradas suficientes para justificar a proposição de uma espécie nova, o *Agaricus brasiliensis* (Wasser et al., 2002).

Contudo, estudos recentes de Kerrigan (2005), baseados nas análises de seqüência do DNA, na região ITS do rDNA e nas análises genéticas das progênies híbridas, relataram que o *A. blazei* e o *A. brasiliensis* são sinônimas do *Agaricus subrufescens* norte-americano, cultivado desde 1800. Entretanto, essa denominação ainda não é amplamente utilizada e, assim, neste trabalho, será utilizada a denominação *Agaricus blazei*.

### **2.3 Valor nutricional do cogumelo *Agaricus blazei***

Os cogumelos são alimentos que podem ser usados em dietas balanceadas, em razão da baixa concentração de gordura e de energia, bem como da alta concentração de fibras dietéticas (Manzi et al., 2001).

A composição centesimal analisada do corpo de frutificação seco e do micélio obtido da fermentação submersa do *Agaricus blazei* encontra-se na Tabela 1. As análises foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

**TABELA 1** Composição centesimal analisada para o micélio e o cogumelo desidratados do isolado *Agaricus blazei*, na matéria seca.

<b>Micélio</b>		<b>Cogumelo</b>	
Umidade	11,25%	Umidade	7,5%
Proteína:fator 4,38	20,32%	Proteína:fator 4,38	22,38%
Gordura	1,95%	Gordura	1,45%
Fibra	5,22%	Fibra	6,60%
Cinzas	5,45%	Cinzas	7,22%
Açúcares	47,14%	Açúcares	57,78%
Fósforo	1,23%	Fósforo	0,92%
Ferro	98,99 mg/100g	Ferro	11,93 mg/100g
Cálcio	0,07%	Cálcio	0,10%
Cobre	63,50 mg/100g	Cobre	5,25 mg/100g

Análises realizadas no Laboratório do DCA/UFLA.

A proteína bruta foi calculada multiplicando-se o teor de N-Kjeldahl pelo fator 4,38 (Vega, 2005). A correção da concentração de proteína,  $N \times 4,38$  em vez de  $N \times 6,25$ , é consequência do nitrogênio não protéico contido nas paredes celulares dos fungos (Miles & Chang, 1997), o qual é digerido e detectado no método de determinação da concentração de nitrogênio protéico pelo método de Kjeldhal (Urrea, 2001).

A composição química dos cogumelos pode variar de acordo com a espécie utilizada, o método de cultivo empregado e a composição do substrato em que estes são desenvolvidos (Crisan & Sands, 1978). Em geral, os

cogumelos são ricos em minerais, tais como potássio, fósforo, ferro e cálcio, bem como em vitaminas: tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), piridoxina (vitamina B6), cianocobalamina (vitamina B12), ácido pantotênico, biotina (vitamina H), niacina, ácido fólico, ergosterol (vitamina D<sub>2</sub>), tocoferol (vitamina E), filoquinona (vitamina K) e, ainda, são fontes de quase todos os aminoácidos (Eira, 2003).

#### **2.4 Atividades terapêuticas do *Agaricus blazei***

Os efeitos terapêuticos do *Agaricus blazei* foram, inicialmente, investigados na Faculdade de Medicina da Universidade de Mie e pela Universidade de Shizuoka, no Japão, onde descobriram-se suas propriedades anticancerígenas e seu potencial de ativar o sistema imunológico. Os cientistas japoneses revelaram que o polissacarídeo  $\beta$ -glucana, principalmente (1 $\rightarrow$ 6)  $\beta$ -D-glucopiranosil, associado com proteínas, atuava no organismo aumentando as funções imunológicas, elevando os macrófagos, as células “natural killer” (NKC) do sistema linfático, linfócitos T e células B, evitando a regeneração e a metástase do câncer (Mizuno, 1990 e 1995). Segundo Fujimiya et al. (1998), as frações (1 $\rightarrow$ 4)  $\alpha$ -D-glucana e (1 $\rightarrow$ 6)  $\beta$ -D-glucana, extraídas do *Agaricus blazei*, também apresentaram atividades antitumorais.

A ação antitumoral dos produtos isolados deste cogumelo é atribuída à sua atividade imunoestimulante (Martins, 2004). Assim, há relatos de que produtos do cogumelo *A. blazei* têm a capacidade de estimular mecanismos imunológicos como a atividade natural killer (Fujimiya et al., 1998; Kaneno et al., 2004). Em relação aos macrófagos, Ito et al. (1997) demonstraram que os compostos proteolíticos estimulam a atividade fagocítica de macrófagos, enquanto Sorimachi et al. (2001) observaram que componentes de *A. blazei* são capazes de ativar macrófagos, resultando num aumento do poder imunológico.



Além de sua atividade antitumoral, estudos citados por Martins (2004) têm demonstrado que polissacarídeos de cogumelos têm propriedades antimicrobianas (Sakagami et al., 1991), antivirais (Sorimachi et al., 1990), antiinflamatórias (Czarnecki & Grzybek, 1995) e hipocolesterolêmicas (Cheung, 1996).

## **2.5 A produção de biomassa do *Agaricus blazei***

O processo de cultivo de *Agaricus blazei* foi adaptado do que é utilizado para o *Agaricus bisporus*, o “champignon” (Stamets, 1983). Segundo Wuest et al. (1980), o cultivo deste cogumelo envolve cinco etapas, além da fase de obtenção de matrizes e inóculos, conduzida em paralelo: preparo do substrato para o cultivo (compostagem), consistindo da fase I (outdoor) e da fase II (indoor – pasteurização e condicionamento); inoculação e incubação (fase III); cobertura do substrato colonizado com a camada de cobertura (Fase IV) e a indução de primórdios e produção dos basidiomas (Fase V).

Embora pertençam ao mesmo gênero, o *A. bisporus* e o *A. blazei* apresentam várias características distintas, entre elas a temperatura ótima de crescimento. Assim, muitas pesquisas são necessárias para aumentar a produtividade do *A. blazei* (Manabe, 2003). Com a necessidade de se atender à crescente demanda por cogumelos, novas técnicas de produção de inóculo e de cultivo vêm sendo estudadas para propiciar uma produtividade mais elevada e redução nos custos (Regina, 2001).

Os processos de culturas líquidas de micélio de cogumelo poderão ser uma substituição do convencional método de inóculo de grão. Este tipo de tecnologia tem sido exemplificado utilizando-se *Lentinula edodes* num substrato de madeira sintético (Kawai et al., 1996). O desenvolvimento dos métodos de cultivo submerso para a produção de micélio de cogumelos originou-se da

experiência obtida durante a Segunda Guerra Mundial, nos processos fermentativos para a obtenção de penicilina (Humfeld, 1948).

As técnicas de fermentação de cultura pura submersa têm sido amplamente desenvolvidas para a maioria dos cogumelos medicinais e usadas na propagação de micélio. As três principais aplicações são: (1) inóculo líquido para a produção de corpo de frutificação em substrato sólido; (2) produção de biomassa que pode ser usada para alimentação e suplementos dietéticos e (3) produção de biomassa e ou metabólitos, especialmente materiais como exopolissacarídeos para estudos farmacêuticos. Em todos os casos, o princípio fundamental é o uso de micélio no estado fisiológico ativo (Puchkova et al., 2001; Reshetnikov et al., 2001; Solomko, 2001).

Segundo Moreto (1987), o micélio concentrado de uma cultura líquida é potencial substituto para o convencional inóculo em grãos. Ele também distinguiu cinco fases do crescimento em cultura líquida: (1) divisão das células vegetativas, (2) formação inicial da hifa, (3) quebra de hifa e formação de novas células vegetativas, (4) acúmulos de nutrientes e (5) processo de envelhecimento associado com formação de vacúolo, que pode ocorrer em qualquer meio.

As vantagens da adaptação da tecnologia de cultura líquida para o processo de produção incluem: (1) um incremento no nível do controle do processo (porcentagem de crescimento e conteúdo nutricional), (2) uma redução na duração do tempo do ciclo de produção, (3) automação melhorada na fabricação de inóculos e (4) inoculação do substrato sob as mais exigentes condições assépticas (Eyal, 1991).

## **2.6 Necessidades físicas e nutricionais dos cogumelos**

A multiplicação do fungo em culturas submersas ou líquidas requer o conhecimento antecipado dos requisitos nutricionais do fungo e as condições

ambientais que favoreçam o crescimento micelial (Song & Cho, 1987). No estudo da fermentação, os fatores que podem afetar a taxa de crescimento micelial, o rendimento da biomassa e a produção de metabólitos são determinados, principalmente, pelo tamanho do inóculo, pelo pH, pela composição dos nutrientes, pela aeração e pela temperatura (Smith et al., 2002).

Os microrganismos são muito diversificados nas suas exigências nutricionais, mas, compartilham com todas as células vivas a necessidade de elementos químicos essenciais como alimento e ou fontes de energia (Pelczar, 1997). Os fungos necessitam, para o seu desenvolvimento, de alimentos já elaborados. Porém, quando dispõem de carboidratos em qualquer forma, preferencialmente glicose, sacarose ou maltose, a maioria deles sintetiza suas próprias proteínas, utilizando fontes orgânicas e inorgânicas de nitrogênio e diversos elementos minerais essenciais para seu crescimento, tais como C, O, H, N, P, K, Mg, S, B, Mn, Cu, Mo, Fe e Zn. Muitos cogumelos são capazes de sintetizar as vitaminas de que necessitam para seu crescimento e reprodução, porém, alguns são deficientes em tiamina e ou biotina e devem obtê-las de seus precursores do substrato. Os fungos, geralmente, armazenam o excesso de alimento na forma de glicogênio ou de gordura (Alexopoulos, 1996; Deacon, 1997; Lima et al., 1975; Miles & Chang, 1997; Moreto, 1987; Singer, 1961).

### **2.6.1 pH**

Segundo Miles & Chang (1997), o pH é de importância primária para o metabolismo dos nutrientes e um fator significante biologicamente. Uma diferença de uma unidade no pH envolve a variação de 10 vezes a concentração de  $H^+$ . De acordo com os autores, a maioria dos fungos apresenta melhor crescimento vegetativo em pH variando de 6,5 a 6,8. No entanto, os fungos são

conhecidos por tolerar pH mais ácido, sendo comum o seu cultivo em faixas mais amplas até limites levemente alcalinos.

Para Hawker (1979), o status nutricional do ambiente é muito afetado pelo pH, por alterar a adsorção, a solubilidade de íons e a dissociação de moléculas, assim determinando suas disponibilidades para o microrganismo.

### **2.6.2 Temperatura**

A temperatura na qual uma espécie de microrganismo cresce mais rapidamente é a temperatura ótima de crescimento. Para qualquer microrganismo particular, as três temperaturas importantes são as temperaturas de crescimento mínima, ótima e máxima (Pelczar, 1997).

A exposição de microrganismos em elevada temperatura resulta em quebras de vários componentes celulares, incluindo DNA, RNA, aminoácidos e várias proteínas. A exposição em temperaturas moderadas também induz lises. Uma vez iniciada, a lise não pode ser revertida por transferência do microrganismo para uma temperatura menor (Moat, 1979).

Os fungos são capazes de crescer em faixas de temperaturas amplas. No entanto, o crescimento em altas temperaturas pode incapacitar o fungo de sintetizar uma vitamina requerida ou inativar a ação de enzimas, impossibilitando até a sobrevivência micelial (Zheng, 2000). De maneira geral, o ótimo de temperatura para quase todos os fungos está compreendido entre 20°C e 30°C (Silveira, 1981).

### **2.6.3 Umidade**

Os microrganismos são dependentes da quantidade de água do ambiente; a água atua como solvente e a maioria das atividades metabólicas é conduzida dentro de ambientes aquosos na célula (Moat, 1979).

Os fungos necessitam de água para a difusão de nutrientes nas células e para a liberação de enzimas extracelulares (Griffin, 1994). Segundo este mesmo autor, o movimento de água dentro e fora das hifas ocorre por osmose: difusão em resposta ao gradiente de concentração, na membrana semipermeável.

Quando as células dos fungos estão em meio aquoso, não devem existir grandes diferenças na concentração de solutos dentro e fora da célula, ou as células poderiam desidratar-se ou romper-se (Pelczar, 1997).

### **2.6.4 Luz**

Chang & Miles (1987) relatam a influência da luz sobre os fungos, apesar destes microrganismos serem não fotossintéticos. Segundo eles, há relatos de inibição de hifas com luz no laboratório.

Deacon (1997) descreve as zonas de crescimento vegetativo de alguns fungos, em placas, alternando entre zonas densas e menos densas, devido à luz que inibe a extensão da ponta da hifa, no crescimento de superfície e prevalecendo ramificações densas.

### **2.6.5 Macroelementos essenciais**

Moléculas orgânicas que nutrem qualquer organismo contêm grandes quantidades de carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo consideradas macroelementos essenciais. A obtenção de hidrogênio e oxigênio provém da água ou quando compostos orgânicos são metabolizados. Já o carbono provém,

principalmente, de substratos orgânicos. Outros elementos são também necessários aos microrganismos como macronutrientes, entre eles nitrogênio, enxofre, potássio, magnésio, cálcio e fósforo (Griffin, 1994).

#### **2.6.5.1 Carbono**

Segundo Pelczar (1997), o carbono se destaca como um significativo elemento químico vital para o crescimento microbiano. Os poli, tri e dissacarídeos devem ser hidrolisados por enzimas a substâncias mais simples, os monossacarídeos. Em reações catabólicas, os polissacarídeos utilizados como nutrientes pelos fungos podem ser digeridos e seus constituintes assimilados (Kersten et al., 1999).

Celulose e amido são amplamente utilizados como fontes de carbono pelos fungos (Miles & Buswell, 1993).

A celulose é um polímero de glicose com ligações  $\beta$ -1,4 que ocorrem em muitas formas. A degradação da celulose requer um complexo de três tipos básicos de enzimas, que são a *exo*  $\beta$ -1,4-glucanase, que cliva a celulose em dissacarídeos sem reduzir os finais da cadeia; *endo*  $\beta$ -1,4-glucanase, que degrada a celulose no dissacarídeo celobiose e a  $\beta$ -glucosidase, que degrada a celobiose em moléculas de glicose prontas para utilização pelos fungos. Estas enzimas somente são produzidas quando há necessidade, sendo reguladas por um sistema terminado em repressão catabólica. Os genes decodificadores dessas enzimas são reprimidos, quando existem glicose ou celobiose disponíveis no meio (Deacon, 1997).

Os fungos têm transportadores constitutivos de glicose, transportando glicose em preferência a outros açúcares; somente na falta de glicose outros açúcares são transportados. A sacarose é usada num caminho similar: a enzima

invertase corta a molécula em glicose e frutose, transportando glicose primeiro que frutose (Deacon, 1997).

#### **2.6.5.2 Nitrogênio**

O nitrogênio é um elemento essencial para a formação de aminoácidos, ácidos nucléicos, parede de polissacarídeos das células, fosfolipídeos, vitaminas e cofatores, e não é fixado da atmosfera (Griffin, 1994). Os fungos utilizam o nitrogênio inorgânico na forma de nitrato, nitrito e amônia, ou nitrogênio orgânico na forma de aminoácidos, peptídeos e peptonas (Miles & Buswell, 1993).

A deficiência de nitrogênio na formação dos aminoácidos ou aminogrupos dentro do composto ou meio de cultura, freqüentemente, limita o rendimento micelial (Sinden & Schisler, 1962).

#### **2.6.5.3 Enxofre**

O enxofre é usado pela maioria dos fungos na forma de sulfato e, comumente, o meio de cultura é suprido com sulfato de magnésio na faixa de concentrações entre 0,0001M e 0,0006M (Miles & Chang, 1997). Segundo os autores, o enxofre é necessário para a biossíntese dos aminoácidos cisteína, cistina e metionina, e também está presente nas vitaminas tiamina e biotina.

O enxofre entra na célula por transporte ativo e rapidamente é reduzido, sendo incorporado em moléculas orgânicas (Griffin, 1994).

#### **2.6.5.4 Fósforo, potássio e magnésio**

O elemento fósforo está presente no trifosfato de adenosina, ácido nucléico e fosfolipídeos das membranas. É constituinte de compostos energéticos, estando presente na hereditariedade, na síntese de proteínas e no transporte de materiais nas membranas. Normalmente, o meio é suprido com fosfato de potássio na concentração próxima a 0,0004M (Chang & Miles, 1987).

Segundo Miles & Chang (1997), o elemento potássio é o mais abundante em fungos. A sua função é ser cofator em alguns sistemas enzimáticos e concentrações entre 0,0001M e 0,0004M são suficientes para suprir as necessidades fúngicas.

O elemento magnésio é necessário ao fungo porque faz parte de sistemas enzimáticos, incluindo aqueles que envolvem metabolismo de ATP. A concentração de 0,0001M é suficiente para suprir as necessidades dos fungos (Chang & Miles, 1987).

#### **2.6.6 Microelementos essenciais**

Os microelementos desempenham diversas funções na célula, mas, estão, principalmente, associados com as enzimas. Uma enzima pode ser ativada por um microelemento ou pode conter um microelemento como parte de sua estrutura. Outros microelementos também podem ser componentes estruturais de vitaminas ou de metabólitos que são requeridos em suas sínteses (Landecker, 1996).

Segundo Chang & Miles (1987), o elemento ferro é constituinte das enzimas do citocromo e catalase, sendo necessário nas concentrações de 0,1ppm a 0,3ppm; o zinco está presente nos fungos como ativador de enzimas, sendo necessário entre 0,0001ppm a 0,5ppm; o manganês é importante como ativador



de enzimas, principalmente aquelas do ciclo do ácido tricarboxílico; o cobre é necessário para o normal crescimento do fungo, sendo utilizado nas concentrações de 0,01ppm a 0,1ppm e o molibdênio é necessário como constituinte na flavoproteína nitrato redutase, sendo importante para os fungos que utilizam nitrato ou amônio como fonte de nitrogênio.

## **2.7 Vinhaça**

A produção de álcool pelo sistema de fermentação biológica produz um resíduo final líquido, denominado vinhaça, que pode ser utilizado em formulações para meios de cultura de fungos (Moreto, 1987).

A composição química da vinhaça varia sensivelmente durante a safra e também em função da marcha da fabricação, conforme o tipo de mosto utilizado (Rodella, 1977). A aplicação racional da vinhaça está baseada no conhecimento da sua composição básica, características físico-químicas, no estudo das condições da cultura e nas considerações econômicas (Angelis et al., 1979; Tauk & Gambale, 1978; Tauk, 1979).

A vinhaça é produzida na proporção média de 13 litros para cada litro de álcool obtido, existindo uma tendência em utilizá-la como substrato para a produção de proteína microbiana (Silva, 1981).

## **2.8 Aditivos nas rações de frangos de corte**

A microbiota intestinal das aves é composta de inúmeras espécies bacterianas, formando um sistema complexo que coloniza o trato intestinal nos primeiros dias de vida da ave, persistindo ao longo da vida (Silva, 2000).

Para controlar os microrganismos moderadamente patogênicos que residem no trato intestinal das aves, é feito o uso profilático dos antibióticos

como promotores de crescimento, prática utilizada desde 1950 (Freitas et al., 2001).

Kosaka (1989) relatou que o uso contínuo de níveis subterapêuticos de antibiótico na alimentação animal pode resultar na seleção de microrganismos resistentes a drogas, podendo resultar, conseqüentemente, em microrganismos infecciosos resistentes também em humanos.

Segundo Smith (1975), é possível que resíduos de antibióticos em produtos animais para consumo humano venham a produzir toxicidade, bem como reações alérgicas em pessoas previamente sensibilizadas.

Fukayama (2004) afirma que a Comissão das Comunidades Europeias tem dado uma maior atenção à necessidade de restringir a utilização de antibióticos em função de problemas de saúde humana e animal. Segundo o autor, o número de antibióticos autorizados como promotores de crescimento na nutrição animal tem diminuído constantemente, após as proibições a avoparcina, em janeiro de 1997, a ardacina, em janeiro de 1998 e de outros quatro antibióticos em dezembro de 1998 (bacitracina-zinco, virginamicina, fosfato de tilosina e espiramicina). De acordo com Menten (2001), os produtores europeus, atualmente, podem recorrer apenas a quatro substâncias: monesina, salinomicina, avilamicina e flavomicina; os dois primeiros são ionóforos bastante utilizados como agentes anticoccidianos para aves, restando apenas os dois últimos como promotores do crescimento para frangos de corte e outras aves. Ainda segundo Menten, no Brasil, já foram proibidos os aditivos tetraciclina, penicilinas, cloranfenicol, sulfonamidas sistêmicas, furazolidona e avoparcina.

Em substituição aos antibióticos, pesquisas têm sido realizadas na área de nutrição animal, com o objetivo de melhorar o desempenho dos animais, utilizando aditivos que viabilizam um melhor aproveitamento dos nutrientes das rações (Teixeira, 1998). Os avanços já alcançados nesse sentido levaram ao atual

emprego do cogumelo *Agaricus blazei* ou produtos oriundos de sua produção, como aditivos nas rações de aves.

Fuini (2001) conduziu um experimento com 288 aves, de ambos os sexos, avaliando o potencial antibiótico do cogumelo desidratado *Agaricus blazei* adicionado à ração. Os níveis de cogumelo utilizados pelo autor variaram de 0,25% a 1,00% e o melhor índice encontrado foi 0,25%. No período de criação das aves de 1 a 42 dias, o autor não encontrou diferenças no desempenho delas, atribuindo tal fato à ausência de desafio zootécnico no seu experimento.

Também Machado (2004) analisou o potencial antibiótico do *Agaricus blazei*, utilizando composto pós-cultivo do cogumelo. O autor trabalhou com 588 aves de ambos os sexos, com os níveis de composto variando de 0,0% a 1,0%. O melhor desempenho das aves foi com a utilização de 0,20% e 0,21% de composto pós-cultivo do cogumelo. O autor não encontrou diferenças entre o uso de antibiótico e o composto pós-cultivo, mas, os dados obtidos para a testemunha foram inferiores àqueles encontrados para o composto.

O presente trabalho surge para analisar o comportamento do cogumelo desidratado *Agaricus blazei* como aditivo alimentar, promotor de crescimento em aves, diante de desafios zootécnicos não utilizados por Fuini (2001) e com níveis de administração próximos ao valor mais eficiente encontrado por Machado (2004), que sugere a atuação efetiva do fungo *Agaricus blazei* como facilitador do crescimento em aves, em substituição ao uso de antibióticos. Este trabalho é inovador, pois fornece a possibilidade de obtenção micelial do *Agaricus blazei* a custos inferiores aos já praticados, pela formulação de novos meios de cultura e estuda a qualidade da carne produzida pela adição do cogumelo desidratado à ração.

## **2.9 Qualidade da carne de frango alimentado com ração e *Agaricus blazei*.**

Vários trabalhos de pesquisa zootécnicos buscam diminuir ou retirar substâncias promotoras de crescimento em frangos de corte, como os antibióticos, da ração das aves. No entanto, a maioria dos trabalhos realizados somente tem a preocupação com análises de desempenho das aves, não questionando a qualidade da carne produzida. Essa carne prontamente comercializada constitui o principal objetivo do avicultor e medidas de qualidade são exigências desse mercado e devem ser quantificadas.

### **2.9.1 pH *post-mortem***

O pH da carne depende da concentração de glicose *post-mortem*, que pode estar associada à raça, às condições pré-abate, à excitabilidade do animal, entre outros fatores, e está relacionado às mudanças bioquímicas associadas à glicólise anaeróbica (Junqueira, 2003).

Os valores de pH final estão intimamente relacionados com as atividades do pré-abate (Bressan & Beraquet, 2002). A relação do pH com as miofibrilas e com os pigmentos da carne determina variações nos parâmetros de cor e na capacidade de retenção de água da carne (Forrest, 1979 e Qiao et al., 2001).

Quando o animal está vivo, a energia é gerada pela via metabólica oxidativa. Após o abate, quando cessa o suprimento de oxigênio pela interrupção do fluxo sanguíneo, inicia-se a obtenção de energia via glicolítica anaeróbia, com a formação do ácido lático que se acumula no tecido muscular e, assim, diminui o valor do pH (Forrest et al., 1979).

A queda do pH *post-mortem* é responsável pela transformação do músculo em carne, com importância na qualidade futura da carne. A glicólise termina quando as membranas perdem estabilidade e há passagem livre de íons.

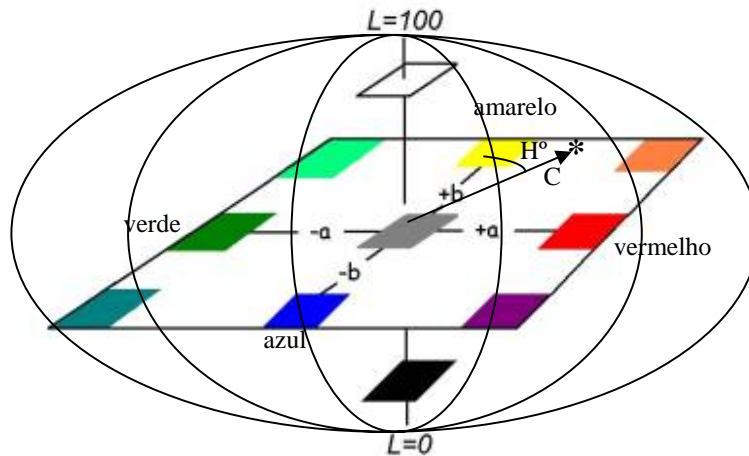
### 2.9.2 Cor

A cor é uma propriedade funcional das proteínas da carne relacionada com o pH, com a capacidade de retenção de água e com a capacidade emulsificante. A cor da carne percebida pelo homem é o resultado da absorção da luz pelo pigmento mioglobina e outros compostos, como o citocromo oxidase e a hemoglobina (Forrest et al., 1979; Junqueira, 2003; Valle et al., 2000).

A intensidade de cor da carne é determinada por fatores *ante mortem*, como raça, manejo, sexo, idade do animal e sensibilidade ao estresse, e *post mortem*, como temperatura aplicada no resfriamento das carcaças, temperatura ambiente no abate e umidade relativa do ar no resfriamento (Pardi et al., 1993).

A cor da carne pode ser medida objetivamente utilizando-se vários instrumentos para medir o tom, a saturação, a luminosidade e o brilho nos colorímetros (Valle et al., 2000). No sistema de cor CIE-Lab (Commission Internationale d'Eclairage, 1931) (Figura 2), as coordenadas são o L\* no eixo cartesiano Z, que mede a intensidade luminosa (-L = escuro; +L = claro); o a\*, no eixo cartesiano X, mede a variação do verde ao vermelho (-a = verde; +a = vermelho) e o b\* no eixo cartesiano Y, mede a variação do azul ao amarelo (-b = azul; +b = amarelo).

Uma variação do sistema CIE-Lab é o CIE-Lch, sendo mais indicado pois não trabalha com os valores a\* e b\* negativos: o L\* é um eixo Z de claro-escuro; C é denominado croma, indicando a distância em que se encontra o ponto medido do eixo Z, sendo calculado por  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  e H° é o ângulo entre o ponto medido no plano e um eixo referência, calculado por  $\arctan(b^*/a^*)$ : de 0° para 90°, o eixo é +b\*; 180° é -a\*; 270° é -b\*; e 360° assume 0° (disponível em: <<http://www.tecgraf.puc-rio.br/mgattas/colorIndex.html>> acessado em 29/6/2005).



**FIGURA 2** Diagrama do sistema de cor CIE-Lab e CIE-Lch. Modificado a partir do site: (disponível em: <<http://www.lieu.ufscar.br/ceramica/pesquisa/pigmentos/page2.html>> acesso em: 22/2/2005).  
\* = Ponto de leitura, C = distância e H° = ângulo

### 2.9.3 Perda de peso por cozimento (PPC)

A perda de peso por cozimento é uma medida de qualidade, associada ao rendimento da carne no momento do consumo, sendo influenciada pela capacidade de retenção de água pelas estruturas da carne (Pardi et al., 1993; Neto, 2005). Elas ocorrem em função do emprego de temperaturas elevadas a que são submetidas as carnes, promovendo a desnaturação das proteínas e diminuindo consideravelmente a capacidade de retenção de água (Forrest et al., 1979; Neto, 2005).

#### **2.9.4 Força de cisalhamento (FC)**

A força de cisalhamento é uma medida da maciez da carne e é o principal atributo na avaliação do produto pelo consumidor. Vários fatores influenciam na maciez, dentre os quais podem ser citados os fatores *ante-mortem*, como características genéticas e fisiológicas, manejo e alimentação, e os fatores *post-mortem*, tempo e temperatura de armazenamento após o abate, o tipo de corte, a adição de agentes amaciantes e os métodos de cozimento (Pardi et al., 1993).

A força de cisalhamento corresponde à resistência das proteínas miofibrilares e do tecido conjuntivo, sendo maior quando o tamanho do sarcômero diminui (Junqueira, 2003).

#### **2.9.5 Composição centesimal**

A composição da carne pode alterar nas proporções entre os componentes umidade, proteína e gordura. O aumento no teor de gordura pode reduzir as proporções de umidade e proteína. A umidade pode ser fortemente influenciada pelos valores de pH final (Pardi et al., 1993).

Três componentes da carne são considerados substratos primários que influenciarão na qualidade desta matéria-prima para fins de processamento: umidade, gordura e proteína. A percentagem destes componentes, o seu tipo e o seu estado físico-químico influenciam parâmetros de qualidade necessários à industrialização e determinarão a qualidade final dos produtos (Olivo, 2002).

##### **2.9.5.1 Umidade**

A preservação do alimento depende do teor de umidade presente no meio e do teor de matéria seca. A água está presente em concentrações de 71% a

76% no tecido muscular e desempenha função de solvente de substâncias orgânicas, inorgânicas e soluções coloidais (proteínas e carboidratos), permitindo o transporte e a reação das substâncias no organismo (Pardi et al., 1993).

Em geral, todas as propriedades funcionais são influenciadas por interações de proteínas com água. A umidade natural da carne é importante para a obtenção do rendimento e da qualidade final do produto, contribuindo para a suculência e a palatabilidade da carne como alimento (Olivo, 2002). Segundo esse autor, se as proteínas não estão desnaturadas, elas continuam a ligar a água durante a conversão do músculo para carne e, por extensão, durante as diversas fases do processamento, distribuição e cozimento.

A habilidade da carne em reter água é classificada em: capacidade de retenção de água (CRA), sendo uma propriedade da carne em reter sua própria água contida dentro de sua estrutura e capacidade de ligação de água (CLA), sendo a capacidade da carne reter a água adicionada (Olivo, 2002).

Na conversão do músculo em carne, verifica-se que a CRA é dependente da velocidade da instalação do *rigor mortis* e do valor do pH final. Quando o pH *post-mortem* é muito alto, a capacidade de retenção de água da carne é alta, similar àquelas do músculo vivo. Quando o pH desce rapidamente após o abate, resulta em baixa CRA, característica típica da carne que apresenta o fenômeno PSE (“pale, soft e exudative” que se refere à carne pálida, flácida e exsudativa).

#### **2.9.5.2 Proteína**

O teor de proteína com alto valor biológico é uma característica positiva da carne. O valor biológico de uma proteína é determinado pela quantidade e pela proporção de aminoácidos essenciais. Assim, as proteínas de origem animal



possuem, devido à sua composição em aminoácidos, um valor biológico mais elevado que as proteínas de origem vegetal (Forrest et al., 1979).

As proteínas determinam o rendimento, a qualidade, a estrutura e os atributos sensoriais da carne (Olivo, 2002). Elas estão classificadas em miofibrilares, que são as proteínas do aparelho contráctil; as sarcoplasmáticas, são as enzimas, os pigmentos e os componentes protéicos do núcleo; as reticulares, que são as proteínas constituintes do tecido conjuntivo e as proteínas de membranas dos lisossomas, do núcleo, do aparelho de golgi e de outras vesículas. O músculo *in natura* contém de 18% a 22% dessas proteínas. O grande teor protéico, a sua disponibilidade na forma de aminoácidos essenciais e as suas características favoráveis à digestibilidade conferem à carne um alto valor biológico, com exceção das proteínas do tecido conjuntivo, constituídas pelo colágeno e pela elastina, pobres em aminoácidos essenciais e de difícil digestibilidade (Pardi et al., 1993).

### **2.9.5.3 Lipídeos**

Os lipídeos são importantes componentes das carnes, conferindo características desejáveis de suculência, sabor e aroma. Contudo, os mesmos são facilmente oxidáveis, levando à formação de produtos tóxicos e indesejáveis. Logo após a morte do animal, inicia-se o processo de peroxidação autocatalítica, devido à falta da corrente sanguínea e à conseqüente falha no aporte do sistema antioxidante natural. A oxidação dos lipídeos nos músculos é iniciada nas frações dos fofolipídeos de membranas subcelulares (mitocôndrias e microssomos), as quais são ricas em ácidos graxos poliinsaturados. O grau e a extensão deste processo autocatalítico são influenciados pelos eventos pré-abate, tais como a alimentação e o estresse, bem como por eventos pós-abate, como

pH, temperatura da carcaça, encolhimento pelo frio, moagem e outros. (Olivo, 2002).

Forrest et al. (1979) relataram que a quantidade de lipídeos intramuscular na carne é muito variável, dependendo da quantidade que foi depositada na carcaça e do corte da carne. O autor relata de 2% a 6% para a gordura intracelular na carne, enquanto Roppa (<http://www.abipecs.org.br/colesterol.pdf>) relata a faixa de 1,1% a 2,4% para a gordura intracelular em aves. De acordo com Forrest et al. (1979), os lipídeos de maior interesse nutricional são os triglicerídeos, fosfolipídeos, colesterol e vitaminas lipossolúveis. O teor de extrato etéreo é devido, principalmente, aos ácidos graxos de triglicerídeos e fosfolipídeos.

#### **2.9.5.4 Cinzas**

As cinzas, ou resíduo mineral fixo, são o produto que se obtém após o aquecimento de uma amostra, à temperatura de 500°C a 600°C, durante algumas horas até a combustão total da matéria orgânica (Silva, 2002). De acordo com o autor, a determinação da cinza fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais.

A carne possui quase todos os minerais de importância para a nutrição humana. Em termos quantitativos, o fósforo e o potássio são os mais importantes e a concentração de cinzas está em torno de 0,8% a 1,8%. (Pardi et al., 1993; Roça, 2000). Segundo Forrest et al. (1979), o ferro é o mineral mais importante fornecido pela carne, sendo necessário para a formação de hemoglobina, mioglobina e certas enzimas. O organismo animal armazena pouco ferro, de modo que o seu fornecimento regular pela dieta é necessário e a carne é uma fonte facilmente disponível.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4. ed. New York; J. Wiley, 1996. 866 p.

AMAZONAS, M. A. L. de A. *Agaricus brasiliensis* (= *Agaricus blazei* ss. Heinem.): última visão sobre a polêmica questão da identidade taxonômica de um dos cogumelos mais promissores no mercado mundial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE COGUMELOS NO BRASIL, 2., 2004, Brasília, DF. **Anais...**Brasília, 2004. p. 78-80. (Documentos, 116).

ANGELIS, D. F.; KIYAN, C.; CORSO, C. R.; TAUKE, S. M. Emprego de leveduras em culturas puras e mistas objetivando o aproveitamento de vinhaça. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 94, n. 6, p. 17-22, dez. 1979.

BELLINI, M. F.; GIACOMINI, N. L.; EIRA, A. F.; RIBEIRO, L. R.; MANTOVANI, M. S. Anticlastogenic effect of aqueous extracts of *Agaricus blazei* on CHO – K<sub>1</sub> cells, studying different developmental phases of the mushroom. **Toxicology in Vitro**, Oxford, v. 17, n. 4, p. 465-469, Aug. 2003.

BRAGA, G.C.; EIRA, A. F. **Cultivo de cogumelo do sol**. Viçosa: CPT, 1997. 60 p.

BRAGA, G. C.; EIRA, A. F.; CELSO, P.G.; COLAUTO, N. B. **Manual do cultivo de *Agaricus blazei* Murrill “cogumelo-do-sol”**. Botucatu, SP: FEPAF, UNESO/FCA, 1998. 44 p.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. **Efeitos de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango de corte**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1049-1059, Set./Out. 2002.

CHANG, S. T.; HAYES, W. A. **The biology and cultivation of edible mushrooms**. New York: Academic Press, 1978. 819 p.

CHANG, S. T.; MILES, P. G. Historical record of the early cultivation of *Lentinus* in China. **Mushroom Journal Tropics**, Hong Kong, v. 7, p. 31-37, 1987.

CHANG, S. T.; MILES, P.G. **Mushroom Biology**: concise basics and current developments. New Jersey: World Scientific Publishing Co.. Ltd, 1997, 194 p.

CHEUNG, P. C. K. The hypocholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom. **Nutrition Research**, Oxford, v. 16, n. 11-12, p. 1953-1957, Nov./Dec. 1996.

COLAUTO, N. B.; DIAS, E.S.; GIMENES, M. A.; EIRA, A. F. Genetic characterization of isolates of the basidiomycete *Agaricus blazei* by RAPD. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 131-133, abril 2002.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE (Viena , Áustria). **Proceedings of the eight session**. Cambridge, Inglaterra: Bureau Central de la Commission Internationale de L'Éclairage, 1931, 326 p.

CRISAN, E. V.; SANDS, A. 1978. Nutritional value. Pages 137-168. In: S. T. Chang and W. A. Hayes. **The biology and cultivation of edible mushrooms**. Acad. Press. New York, 819 p.

CZARNECKI, R.; GRZYBEK, J. Antiinflammatory and vasoprotective activities of polysaccharides isolated from fruiting bodies of higher fungi P. 1. polysaccharides from *Trametes gibbosa* (Pers.: Fr.) Fr. (polysaccharides). **Phytotherapy Research**, West Sussex, v. 9, n. 2, p. 123-127, Mar. 1995.

DEACON, J. W. **Modern mycology**. 3. ed. Cambridge: University Cambridge, 1997. 303 p.

EIRA, A. F. **Cultivo do cogumelo medicinal *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann ou *Agaricus brasiliensis* (Wasser et al.)**, Viçosa – MG. Ed. Aprenda Fácil, 2003. 398 p.

EYAL, J. Mushroom mycelium grown in submerged culture – potential food applications. **Biotechnology and Food Ingredients**, p. 31-64, 1991.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D. MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Tradução Barnabé Sanz Pérez. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p. Tradução de Principles of meat science.

FREITAS, R. DE.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. da T. R. N.; ROSTAGNO, H. S.; SOARES, P. R. Utilização do alho (*Allium sativum* L.) como promotor de

crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 761-765, Maio/Jun. 2001.

FUINI, M. G. **Utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como alternativa ao uso de antibióticos em rações para frangos de corte**. 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FUKAYAMA, E. H. **Extrato de orégano como aditivo em rações de frangos de corte**. 2004. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

FUJIMIYA, Y.; KOBORI, H.; OSHIMAN, K.; SODA, R.; EBINA, T. Tumoricidal activity of high molecular weight polysaccharides derived from *Agaricus blazei* via oral administration in the mouse tumor model. **Journal of Japan Society of Food Science and Technology**, Tsukuba, v. 45, n. 4, p. 246-252, 1998.

GRIFFIN, D. H. **Fungal physiology**. 2. ed., New York: Wiley-Liss, 1994. 425p.

HAWKER, L. E.; LINTON, A. H. **Micro-organisms - function, form and environment**. 2. ed. London: Edward Arnold Ltd, 1979. 391 p.

HEINEMANN, P. Agaricaceae des regions intertropicales d'Amérique du Sud: *Agarici Austroamericani* VII. **Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique/ Bull Nat. Plantentuin Belgique**, Meise, v. 62. p. 355-384, 1993.

HUMFELD, H. The production of mushroom mycelium (*Agaricus campestris*) in submerged culture. **Science**, Washington, n. 2780, p. 107-373; 1948.

ITO, H.; SHIMURA, K.; ITOH, H.; KAWADE, M. Antitumor effects of a new polysaccharide-protein complex (ATOM) prepared from *Agaricus blazei* (Iwade strain 101) "Himematsutake" and its mechanisms in tumor-bearing mice. **Anticancer Research**, Athens, n.1, v. 17, pag. 277-284, 1997.

JUNQUEIRA, A. C. de A. **Avaliação de um sistema de caracterização de eqüinos (*Equus caballus*) para o abate através do peso de carcaça e os qualitativos da carne**. 2003. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

KANENO, R.; FONTARI, L. M.; SANTOS, S.A. Effect of extracts from Brazilian sun-mushroom (*Agaricus blazei*) on the NK activity and

lymphoproliferative responsiveness of Ehrlich tumor-bearing mice. **Food Chemistry Toxicology**, Oxford, n.6, v. 42, p. 909-916, 2004.

KAWAGISHI, H.; INAGAKI, R.; KANAO, T.; SHIMURA, K.; ITO, H.; HAGIWARA, T.; NAKAMUJRA, T. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 186, n. 2, p. 267-273, Mar. 1989.

KAWAI, G.; KOBAYASHI, H.; FUKUSHIMA, Y.; OHSAKI, K. Effect of liquid mycelial culture used as a spawn on sawdust cultivation of shitake (*Lentinula edodes*). **Mycoscience**, Tokyo, v. 37, n. 2, p. 201-207, 1996.

KERSTEN, M. A. S. H.; ARMINKHOF, M. J. C.; CAMP, H. J. M. Op den; GRIENSVEN, L. J. L. D.V.; DRIFT, C. V. der. Transport of *Agaricus bisporus*. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1428, n. 2/3, p. 260-272, Aug. 1999.

KERRIGAN, R. W. *Agaricus subrufescens*, a cultivated edible and medicinal mushroom and its synonyms. **Mycologia**, New York, v. 97, n.1, p. 12-24, Jan./Feb. 2005.

KOSAKA, M. Probiotics for animal use in Japan. **Revisal Scientific Technology L'ofisse International Epizootechnic**, Tokyo, v. 8, n. 2, p. 517-531, 1989.

LANDECKER, E. M. **Fundamentals of the fungi**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River, 1996. 574 p.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZONI, W. **Biotecnologia**. Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, v. 1, 1975.

MACHADO, A. M. B. **O composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte**. 2004, 67 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MANABE, A. **Crescimento micelial de *Agaricus blazei* em diferentes substratos**. 2003. 42 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MANZI, P.; AGUZZI, A.; PIZZOFERRATO, L. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. **Food Chemistry**, Oxford, n. 3, v. 73, p. 321-325, May 2001.

MARTINS, P. R. **Efeito de peptidoglucanas extraídas do cogumelo *Agaricus blazei* sobre a atividade candidacida de macrófagos peritoneais murinos.** 2004. 68 p. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

MENTEN, J. F. M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: SBZ, 2001. 1 CD-ROM.

MILES, P. G.; BUSWELL, J. A. **Genetics and breeding of edible mushrooms.** Hardcover: Gordon and Breach Publishing Group, 1993. 329 p.

MILES, P. G.; CHANG, S. T. **Mushroom biology** – concise basics and current developments. Singapore: World Scientific, 1997. 194 p.

MIZUNO, T.; HAGIWARA, T.; NAKAMURA, T.; ITO, H.; SHIMURA, K.; SUMIYA, T.; ASAKURA, A. Antitumor activity and some properties of water-soluble polysaccharides from “himematsutake”, the fruiting body of *Agaricus blazei* Murrill. **Agricultural Biological Chemistry**, Tokyo, n.11, v. 54, p. 2889-2896, Nov. 1990.

MIZUNO, T.; KAWARIHARATAKE, *Agaricus blazei* Murrill: medicinal and dietary effects. **Food Reviews International**, New York, n.1, v. 11, p. 167-172, 1995.

MOAT, A. G. **Microbial Physiology.** John Wiley & Sons, Inc., Publication. New York, Jan.1979, 600 p.

MORETTO, E. **Produção de micélio de cogumelos comestíveis em cultura submersa em vinhaça.** 1987. 131 p. Tese (Doutorado em Farmácia) – Universidade de São Paulo, SP.

NETO, J. V. **Caracterização físico-química, colesterol e ácidos graxos da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare* Daudin. 1802) oriundo de zoológico e habitat natural.** 2005. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NEVES, M. A. **Caracterização ecológica, fisiológica e genética de *Agaricus blazei* Murrill através de estirpes proveniente de diferentes empresas de produção de cogumelos.** Florianópolis, 2000. 69 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

OLIVO, R. Fatores que influenciam as características da matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas. **Revista Nacional da Carne**. São Paulo, n. 26, p. 73-83, Set./2002.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação**. Goiânia: Universidade de Goiás, v. 1, 1993. 586 p.

PELCZAR Jr., J. M.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**, Vol. I, 2 ed., 1997, 524p.

PUCHKOVA, T. A.; BABITSKAYA, V. G.; ROZHKOVA, Z. A. (2001) Physiology and properties of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. In submerged culture. **Int. J. Méd. Mush.**, n. 3; 206 p.

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P.; NORTHCUTT, J. K. The effect of broiler breast meat color in pH moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**. Champaign, v. 80, n. 5, p. 676-680, May, 2001.

REGINA, M. **Cinética do crescimento miceliano de *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler em bagaço de cana-de-açúcar e serragem de eucalipto**. Botucatu, 2001. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2001.

RESHETNIKOV, S. V.; WASSER, S. P.; DUCKMAN, I.; TSIKOR, K (2001) Regulation of growth and biosynthetic activity of the medicinal jelly mushroom *Tremella mesenteric* (Retz.:Fr) pure culture. **Int. J. Med. Mush.** n. 3, 206 p.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 202 p. 2000.

RODELLA, A. A.; FERRARI, S. E. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, n.1, v. 90, p. 6-13, jul. 1977.

ROPPA, L. **Atualização sobre os níveis de colesterol, gordura e calorias da carne suína**. Disponível em <<http://www.abipecs.org.br/colesterol.pdf>> acessado em 02/02/2006.

SAKAGAMI, H.; AOKI, T.; SIMPSON, A.; Tanuma, S. I. Induction of immunopotential activity by a protein-bound polysaccharide, PSK (Review).



**Anticancer Research.** Kato Patissia, Athens, n. 2, v. 11, p. 993-1000, Mar./Apr. 1991.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. p. 235.

SILVA, E. N. da. Antibióticos intestinais naturais: bacteriocinas. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n.], 2000. p. 15-24.

SILVA, G. M. de A. Tratamento e utilização Agroindustrial da vinhaça: Um novo enfoque. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 98, n. 6, p. 21-26, dez.. 1981b.

SILVEIRA, V. D. **Micologia.** 4ª ed., Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1981, 332 p.

SINDEN, J. W.; SCHISLER, L. C. Nutrient supplementation of mushroom compost at spawning. **Mushroom Science.** Oxford, v. 5, p. 267-280, 1962.

SINGER, R. **Mushrooms and truffles.** Leonard Hill Limited, interscience Publishers, Inc. (Eds). New York, 1961. p. 271.

SMITH, H. W. Antibiotic – resistant bacteria in animals: the dangers to human health. **World's Poultry Science.** Wageningen, v. 31, n.2, p. 104-115, May/ July 1975.

SMITH, J. E., ROWAN, N. J., SULLIVAN, R. Medicinal mushrooms: a rapidly developing area of biotechnology for cancer therapy and other bioactivities. **Biotechnology. Letters.** Dordrecht, v. 24, n. 22, p. 1839-1845, 2002.

SOLOMKO, E. F. (2001). Nutritional and medicinal benefits of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr) Kumm. Submerged cultures. **Int. J. Med. Mush.** n. 3, 223 p.

SONG, C. H.; CHO, K. Y.; NAIR, N.G. A synthetic media for the production of submerged cultures of *Lentinus edodes*. **Mycology.** Bronx, v. 79, n.6, p. 866-876, Nov./Dec. 1987.

SORIMACHI, K.; AKIMOTO, K. IKEHARA, Y.; INAFUKU, K.; OKUBO, A.; YAMAZAKI, S. Secretion of TNF-  $\alpha$ , II-8 and nitric oxide by macrophages

activated with *Agaricus blazei* Murrill fractions in vitro. **Cell Structure and Function**, Kyoto, v. 26, p. 103-108, 2001.

STAMETS, P.; CHILTON, J. S. **The mushroom cultivator**: a practical guide to growing mushrooms at home. Agaricon Press: Olympia, Washington, US. 1983. 415 p.

TAUK, S. M.; GAMBALE, V. Efeito da adição de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> em cultura mista de levedura em vinhaça. **Brasil açucareiro**. Rio de Janeiro, v. 91, n. 5, p. 9-14, Maio 1978.

TAUK, S. M. Adaptação de leveduras a vinhaça e vinhaça suplementada com melão. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 522-530, maio 1979.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 402 p.

URBEN, A. F. Caracterização morfológica e fisiológica em acessos de *Agaricus blazei* Murrill e *A. sylvaticus* Schaeffer. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE COGUMELOS NO BRASIL, 2., 2004, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, 2004. p. 196-197. (Documentos, 116).

URBEN, A. F. Caracterização morfológica e fisiológica de acessos de *Agaricus blazei* e *A. Sylvaticus*. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 5., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, 2005. p. 203-204.

URREA, L. F. C. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. **Crônica Forestal y del medio ambiente**. Santiago, v. 16, n. 1, 2001. p. 16-23.

VALLE, R. H. P.; CARVALHO, E. P.; BRESSAN, M. C. **Controle da qualidade relacionada a alimentos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 132 p.

VEJA, A.; OLIVEIRA, J. S. Resultados preliminares da caracterização de diversas amostras de *Pleurotus*, recolhidos no Panamá. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 5., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, 2005. p 170-172.

WASSER, S. P.; DIDUKH, M. Y.; AMAZONAS, M. A. L. A.; NEVO, E.; STAMETS, P.; EIRA, A. F. Is a widely cultivated culinary-medicinal Royal Sun *Agaricus* (the himematsutake mushroom) Indeed *Agaricus blazei* Murrill?

**Internacional Journal of Medicinal Mushrooms**, Redding, v. 4, p. 290-297, 2002.

WUEST, P. J.; DUFFY, M. D.; ROYSE, D. J. **Six steps mushroom farming**. Spec. Circ. Pennsylvania: State University, n.268, p. 1-6. 1980.

ZHENG, Z. X.; SHETTY, K. Solid state production of polygalacturonase by *Lentinus edodes* using fruit processing wastes. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 35, n. 8, p. 825-830, Mar.2000.

## **CAPÍTULO 2**

### **NOVO MEIO DE CULTURA PARA O CULTIVO DO COGUMELO** *Agaricus blazei*

## 1 RESUMO

GUIMARÃES, João Borges. **Novo meio de cultura para o cultivo do cogumelo *Agaricus blazei***. Lavras: UFLA. 2006. Cap. 2, p. 36-72. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)\*.

Como o preço do cogumelo *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinem. é alto, pesquisas são realizadas a fim de tornar possível a sua utilização na forma micelial. Assim, foram propostas diferentes formulações de baixo custo, objetivando o desenvolvimento de novos meios de cultura. A avaliação dos novos meios foi realizada com base no crescimento micelial em mm/dia e massa micelial seca em mg/dia; e os dados obtidos foram comparados com o meio de cultura MBC (meio básico completo: glicose, extrato de levedura, peptona, fosfato de potássio monobásico, sulfato de magnésio, sulfato de amônio, cloreto de cálcio, cloreto de ferro, cloreto de manganês, cloreto de zinco e sulfato de cobre), já utilizado em laboratório. Os melhores resultados foram obtidos com o meio Meio Básico Alternativo (MBA), cuja composição de sais foi igual ao MBC, mas com sacarose (10g/L) e lêvedo de cerveja (10g/L) comerciais no lugar de glicose, peptona e extrato de levedura. Em seguida, veio o meio Nitrogênio-Fósforo-Potássio (NPK), constituído de adubos fertilizantes (NPK, 6-30-6 – 1,7g, cloreto de potássio – 0,5g, calcário dolomítico – 1,2g, sulfato de amônio – 1,1g), sacarose – 10g, vinhaça – 50mL e lêvedo de cerveja – 10g, q.s.p.: 1 litro e pH 6,5. No meio NPK, o crescimento micelial foi altamente significativo ( $P < 0,01$ ), maior que nos demais meios e a produção de massa seca foi significativa, a 5% de probabilidade, semelhante ao meio MBA e MBC e superior ao Meio Vinhaça Suplementada (MVS), e meio Batata, Dextrose e Ágar (BDA). Em meio sólido, os novos meios, NPK e MBA, apresentaram um crescimento micelial, em mm/dia, mais elevado que a referência e massa micelial seca, em mg/dia, igual ao MBC. No cultivo submerso, aos 14 dias, o crescimento micelial (mg/dia) máximo foi mais elevado para o meio NPK, apresentando massa seca igual ao MBC e, aos 21 dias de cultivo, o crescimento foi mais elevado para o MBC, seguido por NPK.

---

\*Comitê Orientador: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias-UFLA (Orientador), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini-UFLA Profa. Dra. Maria Cristina Bressan-UFLA

## 2 ABSTRACT

GUIMARÃES, João Borges. **New culture medium for the cultivation of the mushroom *Agaricus blazei***. Lavras: UFLA. 2006. Cap. 2, p. 36-72. Dissertation (Master in Food Science)\*.

Considering the elevated price of the mushroom *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinem., the possibility of its use in the form of mycelium arises. Thus, different formulations of low cost were proposed, aiming at the development of new culture media. The evaluation of the new media was accomplished on the basis of the mycelial growth in mm/day and dry mycelial mass in mg/day; and the data obtained were compared with culture media already utilized in laboratory. As a reference, MBC, complete basic medium, made up, mainly, of glucose, yeast extract, peptone, monobasic potassium phosphate, magnesium sulfate, ammonium sulfate, calcium chloride, iron chloride, manganese chloride, zinc chloride and copper sulfate. The best results were obtained with the Alternative Basic Medium, MBA, whose composition of salts was equal to the MBC but with commercial sucrose (10g/l) and beer leaven (10g/l) in the place of glucose, peptone and yeast extract. Next, the Nitrogen-Phosphorus-Potassium medium, NPK came, made up of fertilizers (NPK, 6-30-6 - 1.7g, potassium chloride - 0.5g, dolomitic limestone - 1.2g, ammonium sulfate - 1.1g, sucrose -10g, molasses solubles - 50ml and beer leaven - 10g, quantity enough to: 1 liter and pH 6.5. In the NPK medium the mycelial growth was highly significant ( $P < 0.01$ ), greater than in the other medium and dry mass yield was significant at the level of 5% of probability, similar to the medium MBA and MBC and superior to the Supplemented Molasses Solubles medium, MVS, and Potato, Dextrose and Agar (PDA) Medium. In solid medium, the new media NPK and MBA presented a mycelial growth in mm/day higher than the reference; and dry mycelial mass in mg/day equal to the MBC. In submerged cultivation, at 14 days, the maximum mycelial growth (mg/day) was more elevated to the NPK medium, presenting dry mass equal to the MBC and at 21 days of cultivation, growth was greater for MBC followed by NPK.

---

\*Guidance Committee: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias - UFLA (Adviser), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini -UFLA, Prof. Dr. Maria Cristina Bressan - UFLA

### 3 INTRODUÇÃO

Nos processos fermentativos, o fungo pode ser utilizado como uma fonte potencial de alimento ou ração animal. A técnica de cultivo do fungo *Agaricus blazei* é uma adaptação do cultivo do *Agaricus bisporus* (champignon), mas, eles possuem características diferentes, o que justifica a procura de novos meios de cultura para o cultivo do *Agaricus blazei*.

O cultivo de microrganismos em laboratório também é necessário para caracterizar as suas propriedades morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. O cultivo requer meios de cultura apropriados, que são preparações de nutrientes utilizados para o crescimento dos microrganismos *in vitro*.

Os novos meios propostos devem atender às necessidades nutricionais do *Agaricus blazei*, bem como serem viáveis economicamente, a fim de ampliar o cultivo do fungo em meio sólido ou líquido.

Os fungos absorvem seus nutrientes secretando enzimas digestivas que quebram macromoléculas em substâncias simples; dessa forma, podem entrar nas células por osmose ou outros mecanismos especializados de transporte. Uma vez absorvidas, as moléculas pequenas são atacadas por enzimas intracelulares. Todas as moléculas e íons que entram na célula fúngica precisam passar pela parede celular e pela membrana plasmática, que é semipermeável, regulando os movimentos de solutos dentro da célula. Quase todos os íons são transportados ativamente.

O *Agaricus blazei* necessita de macronutrientes, micronutrientes e de condições físicas favoráveis ao seu efetivo crescimento micelial. Assim, formulações baseadas em adubos fertilizantes, sacarose, lêvedo de cerveja e vinhaça parecem conter os elementos químicos necessários, que permitam ao fungo se desenvolver e sofrer divisão celular.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção de biomassa com novos meios de cultura para o cultivo do fungo *Agaricus blazei* no cultivo sólido e submerso.



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Fungos Comestíveis e Medicinais, no setor de Microbiologia, do Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Lavras.

### 4.1 Microrganismo

O isolado de *Agaricus blazei* CS1 utilizado, pertencente à coleção do Laboratório de Cogumelos Comestíveis e Medicinais, foi obtido de um produtor de cogumelos, da região de Vitória, ES. O inóculo foi mantido em meio Batata Dextrose Ágar (BDA), à temperatura de 25°C, até o momento das análises nos vários meios de cultura propostos.

### 4.2 Meios de cultura

Os meios de cultura testados estão listados na Tabela 2. Nove formulações do meio NPK (Nitrogênio-Fósforo-Potássio), três formulações do meio Meio Básico Alternativo (MBA) e quatro formulações do Meio Vinhaça Suplementada (MVS) foram analisadas quanto à produção micelial (mm/dia e mg/dia) do fungo *Agaricus blazei*. A Tabela 3 mostra a composição analisada da vinhaça e lêvedo de cerveja utilizados neste experimento. Os dados obtidos foram confrontados com os meios BDA, constituído por extrato de 200g de batata cozida em um litro de água destilada, ao qual adicionaram-se 15g de dextrose e 13g de ágar biológico e MBC (Meio Básico Completo) constituído por glicose - 10g/L, extrato de levedura - 1g/L, peptona - 1g/L,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 1g/L,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,5g/L,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  - 1g/L,  $\text{CaCl}_2$  - 0,5g/L,  $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - 10

mg/L,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 7 mg/L,  $\text{ZnCl}_2$  - 4 mg/L e  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 1 mg/L; pH5,5.

**TABELA 2** Composição dos meios de cultura NPK, MBA e MVS utilizados nos experimentos.

<b>NPK</b>				
NPK1	adubos*	sacarose 1%	-	-
NPK2	adubos*	sacarose 1%	vinhaça 0,5%	
NPK3	adubos*	sacarose 1%	vinhaça 5%	
NPK4	adubos*	sacarose 1%	-	levedo* 0,1%
NPK5	adubos*	sacarose 1%	-	levedo* 1%
NPK6	adubos*	sacarose 1%	vinhaça 0,5%	levedo* 0,1%
NPK7	adubos*	sacarose 1%	vinhaça 0,5%	levedo* 1%
NPK8	adubos*	sacarose 1%	vinhaça 5%	levedo* 0,1%
NPK9	adubos*	sacarose 1%	vinhaça 5%	levedo* 1%
<b>MBA</b>				
MBA1	MBCM	sacarose 1%	-	levedo* 0,1%
MBA2	MBCM	sacarose 1%	-	levedo* 1%
MBA3	MBCM	sacarose 1%	-	levedo* 3%
<b>MVS</b>				
MVS1	vinhaça	-	-	-
MVS2	vinhaça	adubos <sup>1</sup>	-	-
MVS3	vinhaça	adubos <sup>2</sup>	-	-
MVS4	vinhaça	adubos <sup>3</sup>	-	-

adubos\* - adubos fertilizantes: NPK - 6-30-6 -  $1,7\text{g.L}^{-1}$ ; cloreto de potássio -  $0,5\text{g.L}^{-1}$ ; calcário dolomítico -  $1,2\text{g.L}^{-1}$  e sulfato de amônio -  $1,1\text{g.L}^{-1}$ .

adubos<sup>1</sup> - adubos fertilizantes nas concentrações iguais a adubos\*.

adubos<sup>2</sup> - adubos fertilizantes com concentrações adubos\* multiplicadas por 2.

adubos<sup>3</sup> - adubos fertilizantes com concentrações adubos\* multiplicadas por 4.

MBCM - Meio Básico Completo Modificado:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  -  $1\text{g.L}^{-1}$ ;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  -  $0,5\text{g.L}^{-1}$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  -  $1\text{g.L}^{-1}$ ;  $\text{CaCl}_2$  -  $0,5\text{g.L}^{-1}$ ;  $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  -  $10\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  -  $7\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{ZnCl}_2$  -  $4\text{mg.L}^{-1}$  e  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  -  $1\text{mg.L}^{-1}$ .

Levedo\* - lêvedo de cerveja comercial.

As análises da composição centesimal da vinhaça e do lêvedo de cerveja utilizados nas composições dos novos meios de cultura foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos e os dados obtidos encontram-se na Tabela 3.

Para as determinações de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas foram utilizadas triplicatas.

O teor de umidade foi determinado pela desidratação, em estufa a 105°C por 24 horas, de 10 gramas de amostra triturada em cápsula de porcelana. A umidade foi determinada pelas médias das diferenças de pesos antes e depois da secagem e convertida em porcentagem, de acordo com a AOAC (1990).

As amostras secas na determinação de umidade foram empregadas para a extração dos lipídeos com éter etílico em aparelho tipo soxhlet em refluxo por oito horas. O teor de extrato etéreo foi calculado pela diferença de peso do reboiler pesado antes e depois do refluxo, após evaporação do extrator e relacionado com o peso da amostra úmida empregada na determinação da umidade, seguindo a metodologia da AOAC (1990).

Os valores de proteína foram determinados pela análise do nitrogênio total, de acordo com o método de Kjeldahl, pela digestão de 0,1 grama de amostra em ácido sulfúrico a 350°C, destilação em presença de ácido bórico e hidróxido de sódio e posterior titulação com ácido clorídrico 0,1N. O fator de multiplicação adotado foi 6,25 e a metodologia seguiu Silva (1981).

A quantidade de resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinada pela incineração de 1,5 grama de amostra, em mufla, a 550°C por 12 horas. Antes de serem incineradas, as amostras foram pesadas em cadinhos de massa conhecida e carbonizadas em chama protegida por tela de amianto, até não se verificar mais o desprendimento de fumaça. A quantidade de cinzas na amostra foi calculada pela média das diferenças de pesos antes e depois da utilização da mufla,

relacionadas com o peso da amostra. A metodologia utilizada seguiu as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

**TABELA 3** Composição centesimal analisada da vinhaça e lêvedo de cerveja utilizados nos meios experimentais

<b>Vinhaça</b>		<b>Lêvedo de cerveja</b>	
Umidade	98,76 %	Umidade	6,34 %
Proteína:fator 6,25	0,12 %	Proteína:fator 6,25	40,95 %
Gordura	0,00 %	Gordura	2,39 %
Fibra	0,00 %	Fibra	0,48 %
Cinzas	0,26 %	Cinzas	6,24 %
Açúcares	0,86 %	Açúcares	43,60 %
Nitrogênio	0,22 %	Nitrogênio	0,22 %
Ferro	8,69 mg/100g	Ferro	4,98 mg/100g
Cobre	2,22 mg/100g	Cobre	1,94 mg/100g

### **4.3 Avaliação do crescimento micelial de *Agaricus blazei* nos novos meios de cultura**

#### **4.3.1 Cultivo sólido**

A avaliação do crescimento vegetativo em meio de cultura foi feita pela medição do diâmetro da colônia (mm/dia) e da produção de massa micelial seca (mg/dia), nos meios de cultura indicados na Tabela 2, citada anteriormente, com a metodologia de Manabe (2003) modificada.

O crescimento micelial foi avaliado em placas de Petri (90mm x 15mm) contendo os meios para testes e os meios de controle MBC e BDA, com pH ajustado para 6,5. O isolado CS1 foi inoculado no centro da placa com um disco de ágar de sete milímetros de diâmetro, contendo micélio, retirado da margem de uma cultura com oito dias de idade, cultivados em BDA a 28°C.

O diâmetro da colônia foi medido diariamente, com o auxílio de um paquímetro, tomando-se dois eixos perpendiculares entre si, previamente demarcados, até que fosse atingida, pelo menos, uma extremidade da placa de Petri. As médias dos diâmetros foram calculadas e os dados foram avaliados em mm/dia. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições de três parcelas cada, por tratamento e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

A produção de biomassa foi determinada, usando-se as mesmas placas da avaliação do crescimento superficial, no dia da última avaliação. O conteúdo de cada placa (meio de cultura + micélio) foi colocado em um béquer de 1.000mL, contendo 400mL de água destilada e levado ao forno microondas por quatro minutos. Após a fusão do ágar, o micélio foi recolhido em uma peneira de 200 “mesh” e seco em estufa, em papel de filtro pré-pesado, a 60°C, até atingir peso constante.

#### **4.3.2 Cultivo submerso**

A avaliação das taxas de crescimento dos isolados foi realizada em meio de cultura líquido já indicado na Tabela 2. Em cada frasco de vidro de capacidade para 500mL, foram adicionados 100mL de meio teste. O pH foi ajustado para 6,5 e a temperatura, exceto a avaliação da temperatura ideal para cultivo, foi de 28°C. O delineamento foi um DIC com cinco repetições de três parcelas cada e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

Os meios foram inoculados com o micélio contido em três discos de ágar com sete milímetros de diâmetro, retirados da margem de uma colônia com oito dias de idade, cultivados em BDA, a 28°C. Os frascos foram incubados a 28°C, em BOD, por períodos de 7, 14 e 21 dias. Para favorecer a aeração e a

fragmentação micelial, os frascos foram agitados manualmente, três vezes ao dia, começando no dia da inoculação.

Após os períodos de incubação, o micélio de cada frasco foi recolhido numa peneira de 200 “mesh”, seguindo-se a transferência para secagem em papel de filtro, em estufa a 60°C, até atingir peso constante.

#### **4.4 Avaliação de medidas físicas e nutricionais para a otimização do crescimento micelial do cogumelo *Agaricus blazei***

##### **4.4.1 Avaliação do pH ideal para o cultivo do *Agaricus blazei***

Com o objetivo de se estabelecer o pH mais indicado para o cultivo do fungo *Agaricus blazei* no meio de cultura NPK, foram testados sete diferentes pH: 4,0; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0 e 8,0. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de três parcelas cada, para cada tratamento e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

Para a inoculação, incubação e secagem do micélio obtido em cada parcela da repetição, foram seguidos os mesmos procedimentos do item 2.3.1, com exceção do pH, que foi variável.

##### **4.4.2 Avaliação da temperatura ideal para o cultivo do *Agaricus blazei***

Com o propósito de avaliar o efeito da temperatura no crescimento micelial do fungo *Agaricus blazei* no meio de cultura NPK, foram testadas as temperaturas de 25°C e 28°C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de três parcelas cada, para cada tratamento e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

Para a inoculação, incubação e secagem do micélio obtido em cada parcela da repetição, foram seguidos os mesmos procedimentos do item 2.3.1, com exceção da temperatura que foi variável.

#### **4.4.3 Avaliação do cultivo do *Agaricus blazei* em meio estático e com agitação**

Para avaliar o efeito da agitação no crescimento micelial do fungo *Agaricus blazei* no meio de cultura NPK, foram testadas culturas estáticas e culturas com rotações a 150 rpm. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de três parcelas cada, para cada tratamento e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

Para inoculação, incubação e secagem do micélio obtido em cada parcela da repetição, foram seguidos os mesmos procedimentos do item 2.3.2, com exceção da incubação, que foi de 14 dias de cultivo estático em BOD ou 14 dias de cultivo em agitador rotatório a 150 rpm.

#### **4.4.4 Avaliação do cultivo do *Agaricus blazei* em fermentador**

Para a produção de micélio do fungo *Agaricus blazei* foi utilizado um fermentador de 2 litros de capacidade, com espaço útil de 1,5 litros da marca Inceltech, modelo Discovery, série 100, sem controle de aeração. Dez por cento de inóculo foram utilizados provenientes da fermentação micelial em frasco de vidro de capacidade para 500mL, ao qual foram adicionados 150mL do meio NPK com pH ajustado para 6,5 e a temperatura de incubação igual a 28°C. O inóculo para este frasco foi obtido da fermentação micelial em tubo de ensaio,

no qual foi inoculado um disco de 7mm de diâmetro de meio BDA recoberto com micélio.

O inóculo do frasco de 500mL foi adicionado ao fermentador após a formação de “pellets”, em 14 dias de cultivo a 150 rpm e temperatura de 28°C.

O tempo de incubação para o fermentador foi de 136 horas, com teste de agitação entre 150 e 500rpm, e temperatura de 28°C. A esterilização do ar de acesso ao fermentador foi feita por algodão previamente esterilizado a 121°C por quinze minutos e colocado em tubo plástico (1/4 polegada x 30 cm).

#### **4.4.5 Avaliação das concentrações de açúcares nos meios de cultivo NPK, MBA e MBC, durante a fermentação submersa do fungo *Agaricus blazei***

As formulações representativas de cada grupo dos novos compostos (NPK, MBA e MVS) foram selecionadas para as avaliações do crescimento micelial, baseando-se na rapidez de crescimento, na produção de massa micelial seca mais elevada e na maior solubilidade em água da mistura constituinte dos meios. Assim, nos meios NPK, foi escolhida a formulação 9, no meio MBA foi escolhida a formulação 2, e no meio MVS foi escolhida a formulação 3.

Com o propósito de quantificar o consumo de açúcares totais, açúcares redutores totais e açúcares não redutores totais foram amostrados, nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias de cultivo submerso, os frascos de fermentação do item 2.3.2. As análises foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras e a metodologia utilizada foi de acordo com Nelson (1944).

As amostras foram analisadas em triplicata com delineamento inteiramente casualizado, sendo os dados obtidos submetidos à análise estatística pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).



#### **4.4.6 Avaliação por HPLC das concentrações dos açúcares glicose, frutose e sacarose em vários meios, durante a fermentação submersa do *A. blazei***

Com o propósito de quantificar o consumo de glicose, frutose e sacarose foram amostrados, nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias de cultivo submerso, os frascos de fermentação do item 2.3.2. As análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia de Microorganismo do Departamento de Biologia da UFLA..

Para a cromatografia líquida de alta performance, foi utilizado o espectrofotômetro da marca Shimadzu, modelo LC-10 e a coluna foi da Shim-pack (NH<sub>2</sub>[CLCNH<sub>2</sub>(M)] de 4,6mm ID x 15cm. A detecção foi por índice de refração e a temperatura do forno de 40°C. A fase móvel utilizada foi acetonitrila, na concentração de 80%, com um fluxo de arraste de 1mL por minuto.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as amostras foram analisadas em duplicata, com os dados obtidos sendo submetidos à análise estatística, pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

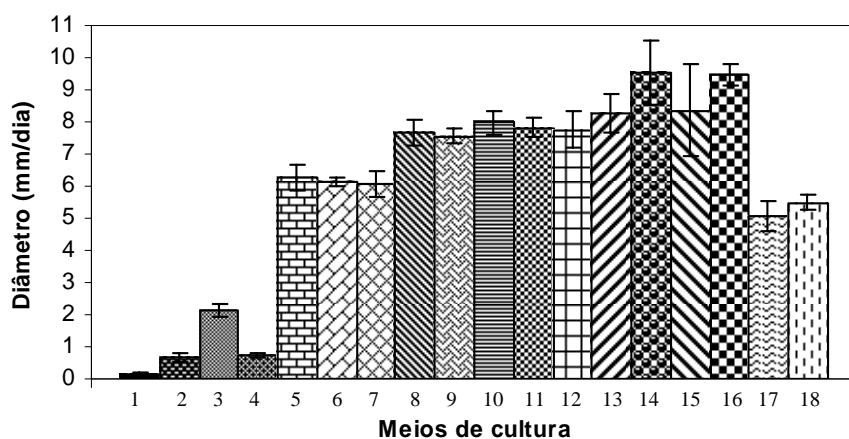
### 5.1 Avaliação de novos meios de cultura para o cultivo do cogumelo *Agaricus blazei*

A utilização de substratos alternativos baseados em resíduos e ou produtos agrícolas de baixo custo, a fim de cultivar o fungo *Agaricus blazei*, tem atraído a atenção de pesquisadores. Além da utilização de resíduos de baixo custo para o cultivo do cogumelo, o mesmo princípio é também de grande importância para a produção de inóculos e micélios em meios de cultivo líquidos. No presente trabalho, a formulação de um meio de cultura de baixo custo teve como principal objetivo a sua utilização para a produção de massa micelial como aditivo na ração para frangos.

#### 5.1.1 Cultivo sólido

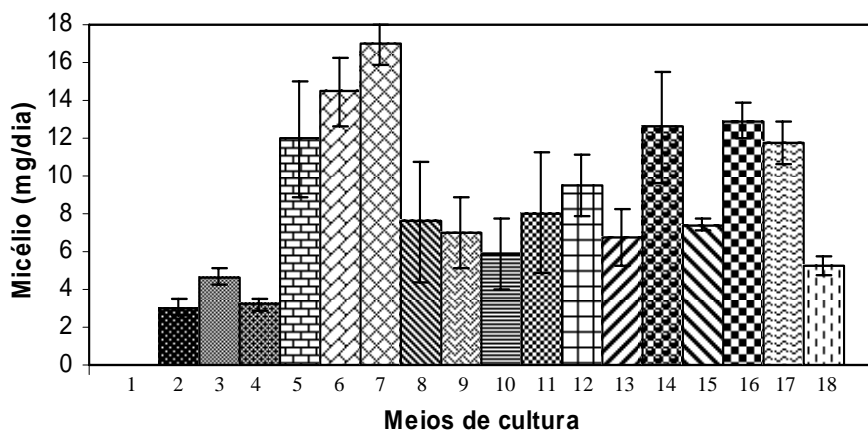
Na Figura 3 pode-se observar que os maiores diâmetros de crescimento micelial em placas de Petri, foram registrados nos meios NPK (Nitrogênio-Fósforo-Potássio), principalmente as formulações NPK 7 e NPK 9, e, depois, para os meios MBA, nas três formulações testadas. Quando a massa micelial foi analisada nestes substratos (Figura 4), os valores médios mais elevados foram registrados para os meios de cultura MBA, especialmente nas formulações MBA 3 e MBA 2, acompanhados pelos meios NPK, nas formulações NPK 9 e NPK 7. Os dois parâmetros de análise, diâmetro (mm/dia) e massa micelial seca (mg/dia) são interessantes, mas, a massa representa melhor o verdadeiro crescimento micelial, pois quantifica a totalização das hifas produzidas.

Na análise estatística dos dados obtidos para os meios mais representativos de cada formulação, verificou-se efeito significativo dos tratamentos sobre o diâmetro micelial ( $P < 0,01$ ) e massa micelial ( $P < 0,01$ ).



1-MVS1; 2-MVS2; 3-MVS3; 4-MVS4; 5-MBA1; 6-MBA2; 7-MBA3; 8-NPK1; 9-NPK2; 10-NPK3; 11-NPK4; 12-NPK5; 13-NPK6; 14-NPK7; 15-NPK8; 16-NPK9; 17-MBC; 18-BDA

**FIGURA 3** Avaliação do crescimento micelial (mm/dia) do isolado *Agaricus blazei*, em cultivo sólido a 28°C e pH = 6,5, com os valores médios obtidos e seus respectivos desvios-padrão.



1-MVS1; 2-MVS2; 3-MVS3; 4-MVS4; 5-MBA1; 6-MBA2; 7-MBA3; 8-NPK1; 9-NPK2; 10-NPK3; 11-NPK4; 12-NPK5; 13-NPK6; 14-NPK7; 15-NPK8; 16-NPK9; 17-MBC; 18-BDA

**FIGURA 4** Avaliação do crescimento micelial (mg/dia) do isolado *Agaricus blazei*, em cultivo sólido a 28°C e pH = 6,5, com os valores médios obtidos e seus respectivos desvios-padrão.

A Tabela 4 foi confeccionada tomando-se, para análises estatísticas, meios de cultura representativos de cada formulação básica, compondo-a os meios NPK, formulação 7 e NPK, formulação 9; o meio MBA, formulação 2, por apresentar uma solubilidade maior em relação ao MBA, formulação 3; o meio MVS, formulação 3 e os meios MBC e BDA, como padrões de comparação positivo e negativo, respectivamente.

**TABELA 4** Médias com seus respectivos desvios-padrão para o crescimento micelial do isolado *Agaricus blazei*, em cultivo sólido a 28°C e pH 6,5.

Meios de cultura	Diâmetro (mm/dia)	Massa micelial (mg/dia)
NPK7	9,53 <sup>a</sup> ± 1,02	12,59 <sup>a</sup> ± 2,97
NPK9	9,47 <sup>a</sup> ± 0,32	12,93 <sup>a</sup> ± 0,89
MVS3	2,12 <sup>d</sup> ± 0,19	4,64 <sup>b</sup> ± 0,45
MBA2	6,14 <sup>b</sup> ± 0,16	14,44 <sup>a</sup> ± 1,77
MBC	5,07 <sup>c</sup> ± 0,44	11,77 <sup>a</sup> ± 1,11
BDA	5,49 <sup>c</sup> ± 0,24	5,26 <sup>b</sup> ± 0,54
CV (%)	7,82	15,13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade.

Observa-se, pelos dados da Tabela 4, para o diâmetro e a massa micelial que os meios NPK e MBA foram os meios que apresentaram desenvolvimento micelial, em mm/dia e mg/dia, mais elevados ou iguais ao padrão MBC, com diferenças significativas estatisticamente.

Os dados obtidos corroboram com o trabalho de Manabe (2003), que também verificou a não relação direta entre o diâmetro micelial e a produção de biomassa. Assim, um maior diâmetro não corresponde, necessariamente, à maior produção de matéria seca. Resultado semelhante também foi observado por Neves (2000).

Segundo Costa (2002), em meio de cultura pobre, há uma expansão maior das hifas para a exploração de recursos disponíveis do meio, enquanto que no meio nutricionalmente rico, as hifas são limitadas a pequenas áreas, formando colônias mais densas.

A biomassa e o diâmetro das colônias são importantes medidas em estudo fúngico. A medida do diâmetro da colônia é útil na obtenção da velocidade de crescimento das hifas e em pesquisas de sensibilidade a vários

fatores, enquanto que a massa micelial seca é a medida preferencial para quantificar o crescimento micelial fúngico, em meio de cultura.

Para o diâmetro micelial, verificou-se efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre este parâmetro e os valores médios mais elevados foram os meios NPK 7 e NPK 9, que alcançaram 9,47mm/dia e 9,53mm/dia, respectivamente, sobrepujando o padrão comparativo MBC, o qual obteve 5,07mm/dia. Para a massa micelial, os tratamentos determinaram efeito significativo ( $P < 0,01$ ), conferindo, para os meios MBA e NPK, valores médios iguais ao padrão comparativo MBC.

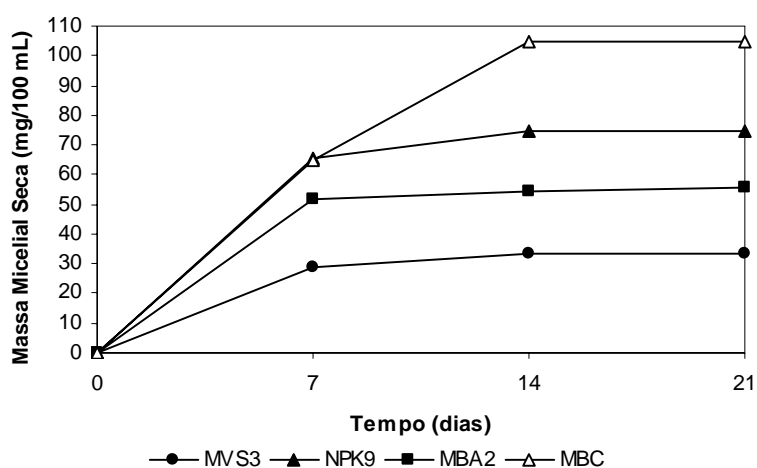
O meio BDA utilizado para conservar linhagens, apresentou diâmetro micelial diário igual ao MBC, porém, pouco denso e conferindo uma massa micelial 55,3% menor que o meio MBC. Esses dados também mostram a necessidade de medir sempre a massa micelial fúngica, quando está sendo testado crescimento micelial.

### **5.1.2 Cultivo submerso**

Na Figura 5 pode-se observar que a massa micelial seca mais elevada, ocorrida em cultivo submerso, foi registrada no meio MBC, seguido por NPK e depois MBA. Até o sétimo dia de cultivo, o crescimento micelial do *Agaricus blazei* em meio MBC e NPK foi exatamente o mesmo; entre o sétimo e o décimo quarto dias, o crescimento micelial apresentado no meio MBC ocorreu com uma taxa de crescimento mais elevada que os demais meios e, entre o décimo quarto dia e o vigésimo primeiro dias, o crescimento estagnou-se para todos os meios de cultivo analisados, permanecendo a massa micelial praticamente constante.

As variações no período de crescimento fúngico são comuns. McLoughlin & Friel (2000), trabalhando com *Agaricus bisporus*, verificaram maior crescimento micelial entre 14 e 21 dias, em cultivo alternado com período

estático e agitado. Wu et al. (2002) estudando fermentação submersa de *Pleurotus tuber-regium* em diferentes fontes de carbono, encontraram o máximo crescimento micelial aos 13 dias de cultivo, com uma massa micelial constante, semelhante ao que ocorreu no presente trabalho. Shu et al. (2003), trabalhando com cultura submersa de *Agaricus blazei*, encontraram o máximo de biomassa em 17 dias de cultivo, permanecendo constante até os 22 dias, quando houve declínio.



**FIGURA 5** Avaliação da massa micelial (mg) do isolado de *Agaricus blazei*, cultivado em cultura submersa de 0 a 21 dias, em pH 6,5 a 28°C, com os meios: MVS3; NPK9; MBA2 e MBC

Os dados da Tabela 5 evidenciam as observações verificadas na Figura 5, para os três períodos de crescimento micelial analisados: 0 a 7 dias, 7 a 14 dias e 14 a 21 dias. Em todos os períodos, houve efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sobre massa micelial seca.

**TABELA 5** Médias (mg/100mL) e seus respectivos desvios-padrão para o crescimento micelial do isolado *Agaricus blazei*, em cultivo submerso, a 28°C e pH = 6,5.

Meios de cultura	Tempo (dias)		
	7	14	21
NPK9	65,16 <sup>a</sup> ± 14,39	74,41 <sup>a</sup> ± 10,31	74,71 <sup>b</sup> ± 2,99
MVS3	29,06 <sup>b</sup> ± 7,19	33,32 <sup>b</sup> ± 3,04	33,37 <sup>d</sup> ± 10,65
MBA2	51,54 <sup>b</sup> ± 6,41	54,64 <sup>b</sup> ± 7,05	54,88 <sup>c</sup> ± 13,4
MBC	64,62 <sup>a</sup> ± 14,71	104,90 <sup>a</sup> ± 34,6	104,96 <sup>a</sup> ± 8,37
CV (%)	21,60	27,93	14,40

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

## 5.2 Avaliação de medidas físicas e nutricionais para a otimização do crescimento micelial do cogumelo *Agaricus blazei*

### 5.2.1 Avaliação do pH ideal para o cultivo do *Agaricus blazei*

A análise estatística do pH ideal para o cultivo do fungo *Agaricus blazei* revelou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sobre a massa micelial seca, utilizando-se o meio NPK sólido em placas de Petri e com temperatura de cultivo igual a 28°C, como mostrado na Tabela 6.

O desenvolvimento micelial em mg/dia, para a faixa de pH analisada, apresentou resultados mais elevados para os valores de pH compreendidos entre 6,0 e 8,0 sendo iguais estatisticamente, a 5% de probabilidade. Entretanto, o valor adotado para o meio de cultivo do presente trabalho foi pH 6,5, no qual onde a massa micelial e a solubilidade do conjunto de componentes da formulação foram elevadas.



**TABELA 6** Médias e seus respectivos desvios-padrão para o crescimento micelial (mg/dia) do isolado *Agaricus blazei*, em meio NPK9 sólido, a 28°C e diferentes valores de pH.

pH	Massa	pH	Massa
4,0	10,66 <sup>b</sup> ± 0,95	6,5	13,87 <sup>a</sup> ± 8,37
5,0	11,32 <sup>b</sup> ± 1,13	7,0	14,13 <sup>a</sup> ± 2,99
5,5	11,96 <sup>b</sup> ± 2,51	8,0	13,46 <sup>a</sup> ± 10,65
6,0	14,30 <sup>a</sup> ± 2,32		
CV (%)	16,29		

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

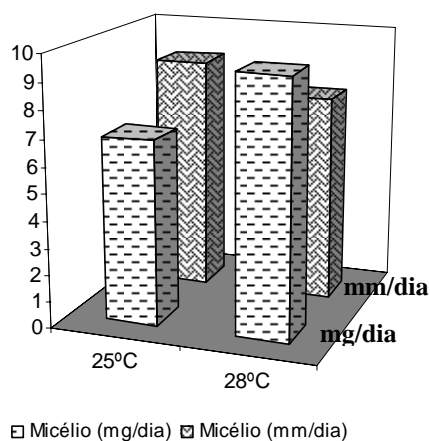
Na literatura, encontram-se variados valores de pH para o cultivo de fungos. Wardle & Schisler (1969) utilizaram o pH 6,3 para o cultivo do *Agaricus bisporus* e Furlan et al. (1997), estudando a variação de temperatura e linhagens para o cultivo de cogumelos, encontraram o pH 6,4 como o ideal. Para o *Agaricus blazei*, diferentes trabalhos foram realizados com respeito ao pH do meio de cultivo. Shu et al. (2003), trabalhando com cultivo submerso, utilizou pH 7,0. Manabe (2003), estudando o crescimento micelial em diferentes substratos, utilizou o pH 6,5 para os testes; Labory (2003), trabalhando com diferentes isolados, encontrou a faixa de pH entre 5 e 6, como ideal para o cultivo. Moreira et al. (2005), também estudando o crescimento micelial em diferentes condições de temperatura e pH, encontraram o pH 6,0 como ideal e Tomizawa (2005) trabalhou com pH 5,5 para o cultivo dos diferentes isolados de *Agaricus blazei*.

### 5.2.2 Avaliação da temperatura para o cultivo do *Agaricus blazei*

As temperaturas de 25°C e 28°C foram avaliadas para o cultivo do fungo *Agaricus blazei* e os resultados obtidos encontram-se representados na Figura 6.

Para este experimento foi verificado o diâmetro micelial (mm/dia) de 9,53, na temperatura de 25°C e de 7,73 aos 28°C; a massa micelial (mg/dia) foi de 6,90, aos 25°C e 8,82, aos 28°C.

A temperatura de 25°C proporcionou um diâmetro de corrida micelial maior que a 28°C, porém, os micélios foram de menor massa. Neste experimento, a massa micelial foi determinante na indicação da temperatura de 28°C, como sendo a temperatura ideal para o cultivo do *Agaricus blazei*.



**FIGURA 6** Crescimento micelial do isolado *A. blazei* em duas diferentes temperaturas, após 14 dias de cultivo, no meio NPK9 e pH 6,5.

Na literatura, encontram-se referências a várias temperaturas utilizadas para o cultivo, em meio sólido ou submerso, dos fungos comestíveis: Maziero et al. (1998) trabalhando com a produção de biomassa em cultura submersa utilizaram a temperatura de 25°C para o cultivo de *Agaricus sp.*, enquanto que Manabe (2003) trabalhou com 25°C para cultivar o *Agaricus blazei*; Labory (2003) encontrou o maior crescimento micelial a 28°C; Furlan et al. (1997)

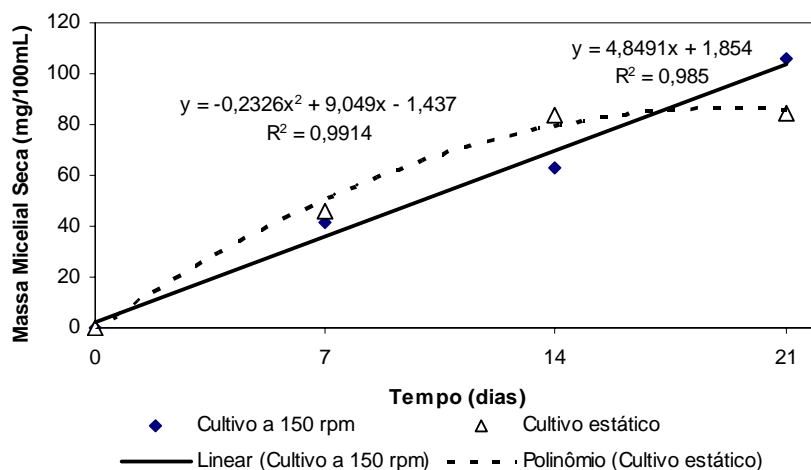
trabalharam a 30°C para o cultivo de *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, *Lentinus edodes* e *Volvariella volvacea*; Shu et al. (2003) cultivaram *Agaricus blazei* a 28°C; Iyusuka et al. (2003) verificaram o crescimento de *Agaricus blazei* a 28°C e Soccol et al. (2004) trabalharam com *A. blazei* a 30°C em cultura submersa.

### **5.2.3 Avaliação do cultivo do *Agaricus blazei* em meio estático e com agitação**

O fungo *Agaricus blazei* foi cultivado em meio estático e em agitação e, após análise da massa micelial seca (mg/dia) produzida, verificou-se um desenvolvimento micelial mais elevado no cultivo com agitação constante a 150 rpm (utilizando o meio NPK9 em pH 6,5 e temperatura 28°C), conforme representado na Figura 7.

Para o cultivo em agitação, observou-se um crescimento micelial linear indicado pela equação  $Y = 4,8491x + 1,84$ , com um coeficiente de determinação igual a 0,9850. No cultivo estático, o crescimento foi polinomial, de 2º grau, determinado pela equação  $Y = -0,2326x^2 + 9,049x - 1,437$  e com um coeficiente de determinação de 0,9914, observando-se a partir do 14º dia de cultivo, um crescimento micelial praticamente nulo.

Kurbanoglu et al. (2003) estudaram a produção submersa do cogumelo *Agaricus bisporus* em incubador rotatório (Rosi – 1000 thermolyne), obtendo um ótimo de produção a 150 rpm, pH 6,0 e temperatura de 26°C, similar aos valores utilizados no presente trabalho. Entretanto, o rendimento obtido pelo autor foi bem maior ao encontrado nesta pesquisa: 10,8 g.L<sup>-1</sup>.8 dias<sup>-1</sup> contra 0,56 g.L<sup>-1</sup>.8 dias<sup>-1</sup>.



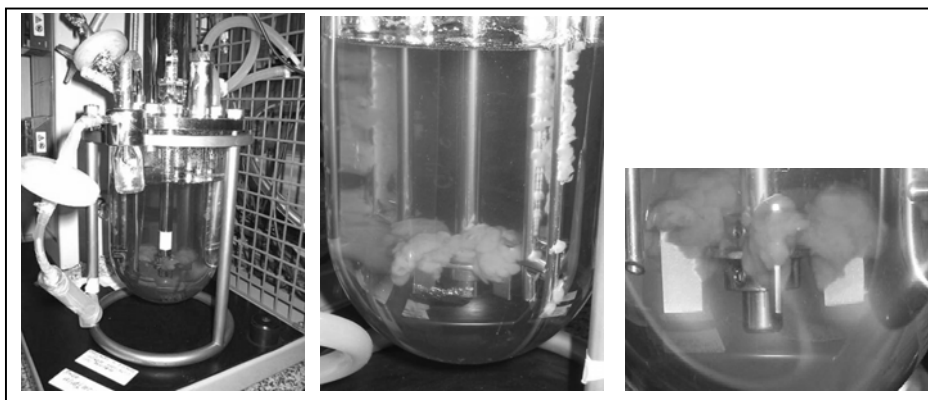
**FIGURA 7** Avaliação de cultivo estático e a 150 rpm de *Agaricus blazei*, em cultura submersa no meio NPK9, em pH 6,5 e 28°C.

Esses resultados indicam que as condições físico-químicas para a produção de massa micelial do *Agaricus blazei* devem ainda ser melhoradas. Em função disso, foi feito o cultivo em fermentador de bancada para se avaliar o efeito das condições físicas no crescimento micelial.

#### 5.2.4 Avaliação do cultivo do *Agaricus blazei* em fermentador

O cultivo do fungo *Agaricus blazei* foi analisado em batelada simples, à temperatura de 28°C, em rotações variadas entre 120 rpm a 500 rpm. A rotação de 200 rpm foi a que apresentou um bom desenvolvimento micelial: “pellet” em crescimento, num meio com brilho e sem viscosidade. Em rotações abaixo de 200 rpm, o micélio não se desenvolveu bem e no intervalo de 400 rpm a 500 rpm, várias hifas foram quebradas e sem formação de “pellet”.

A fermentação fúngica foi realizada por um período de 136 horas, produzindo 0,7541g de massa micelial seca provindas de um volume útil de 1,5 litro de meio de cultura. A baixa produção pode estar ligada ao fato do fermentador de trabalho ainda não possuir, acoplado a ele, um dispositivo de oxigenação do meio de cultura. Essa fase do experimento com suas repetições ficaram comprometidas, pois as hifas aglomeradas na hélice já tocavam as palhetas laterais, com possibilidade de travamento do sistema (Figura 8). Para otimizar este experimento, deve-se adquirir um fermentador amplo com aeração controlada.



**FIGURA 8** Visualização do impedimento físico causado no fermentador, de 2 litros de capacidade, pelo micélio do fungo *Agaricus blazei*, cultivado em meio NPK, em 200 rpm, pH 6,5 e 28°C.

Trabalho semelhante foi realizado por Shu et al. (2003), analisando a fermentação em batelada simples do *Agaricus blazei*, nas seguintes condições: pH controlado igual a 7,0, temperatura da cultura de 28°C, aeração controlada com velocidade 0,05 vvm (velocidade voluntária máxima) e velocidade de

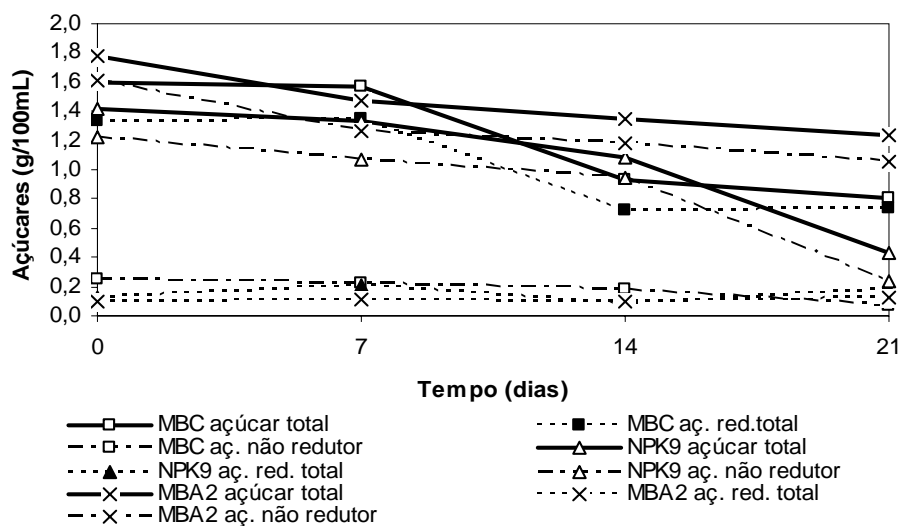
agitação de 250 rpm. Após 17 dias de cultivo, os autores encontraram o máximo de rendimento com  $7,5 \text{ g.L}^{-1}$ .

#### **5.2.5 Avaliação das concentrações de açúcares nos meios de cultivo NPK, MBA e MBC, durante a fermentação submersa do fungo *Agaricus blazei***

As concentrações dos açúcares totais ( $\text{g.100 mL}^{-1}$ ), açúcares redutores totais ( $\text{g.100 mL}^{-1}$ ) e açúcares não redutores totais ( $\text{g.100 mL}^{-1}$ ) foram avaliadas nos meios de cultivo NPK, MBA e MBC para *Agaricus blazei*, após fermentação do fungo aos 7, 14 e 21 dias de cultivo. Os resultados obtidos estão representados na Figura 9.

Para os meios de cultivo NPK e MBC, a concentração do açúcar total analisado seguiu um padrão de consumo semelhante: até o 7º dia de cultivo ficou constante; do 7º ao 14º dia para o MBC, o consumo foi acentuado e discreto para o NPK e, do 14º ao 21º dia de consumo, foi mais elevado para o NPK e discreto para o MBC; no meio MBA, verificaram-se quedas de consumo ao longo dos 21 dias de cultivo. Para o meio NPK, o máximo de biomassa foi conseguido aos 14 dias de cultivo, com  $0,8 \text{ g.L}^{-1}$ .

O açúcar redutor total analisado é constituído, principalmente, por glicose, molécula facilmente absorvida pelas hifas. O único meio de cultivo analisado e rico em glicose é o MBC, e o consumo de açúcar correspondeu ao crescimento micelial. Os outros dois meios (NPK e MBA) são ricos em açúcares não redutores.

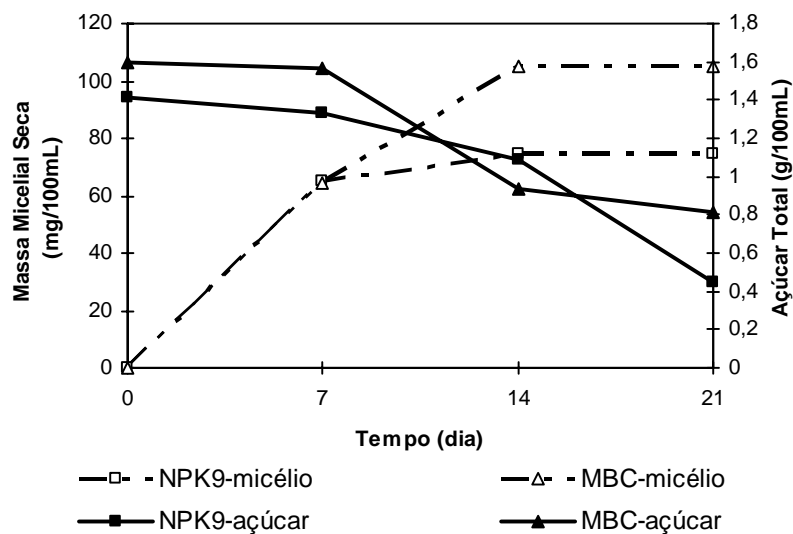


**FIGURA 9** Avaliação das concentrações de açúcar total, açúcar redutor total e açúcar não redutor total em cultura submersa de *Agaricus blazei*, aos 7, 14 e 21 dias de cultivo, em pH 6,5 e 28°C.

O açúcar não redutor analisado corresponde, basicamente, à sacarose, uma molécula que, após degradação, transforma-se em açúcares de fáceis assimilações pelo fungo, como glicose e frutose. Principalmente o meio NPK apresentou elevada degradação de sacarose no último período da fermentação, o que pode ter relação direta com o crescimento micelial.

Na Figura 10 fica evidenciada a relação direta entre o crescimento micelial e o consumo de açúcar total do meio de cultura NPK, comparado ao padrão MBC. O padrão de crescimento micelial e a degradação de açúcar são correspondentes: à medida que o açúcar vai sendo degradado, a biomassa cresce. Nesse experimento, foram obtidos  $0,8\text{g.L}^{-1}$ , com maior patamar de rendimento micelial conseguido aos 14 dias de cultivo. Shu et al. (2003), analisando o cultivo submerso do *Agaricus blazei*, relacionaram biomassa com o consumo de

carboidrato, tendo, aos 22 dias, sido consumido todo açúcar inicial ( $11\text{g.L}^{-1}$ ) e a biomassa atingido  $7,5\text{g.L}^{-1}$ .



**FIGURA 10** Relação entre massa micelial e consumo de açúcar total, aos 7, 14 e 21 dias de cultivo submerso de *Agaricus blazei*, nos meios de cultura NPK, em pH 6,5 e a  $28^{\circ}\text{C}$ .

Martin (1983), trabalhando com *Agaricus campestris*, em cultura submersa, relatou que o baixo rendimento micelial encontrado em sua pesquisa foi causado pelo estresse causado pela rotação de 200 rpm, embora Moustafa (1960) tenha relatado altos rendimentos de micélio em altas rotações. No presente trabalho, o baixo rendimento micelial obtido, provavelmente, foi causado pela pouca agitação do meio (manual) e, conseqüentemente, baixa aeração do mesmo, junto com as condições de não controle de pH durante o período fermentativo.



### 5.2.6 Avaliação por HPLC das concentrações dos açúcares glicose, frutose e sacarose em vários meios durante a fermentação submersa do *A. blazei*

A análise por HPLC, no presente trabalho, foi realizada para quantificar especificamente os principais açúcares utilizados nos meios de cultura, em fermentação fúngica de 0 a 21 dias de cultivo. A quantificação foi para frutose, glicose e sacarose.

Na análise de frutose da Tabela 7, verifica-se efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre esta variável. Em todos os tempos de amostragem, pode-se observar que a concentração mais elevada de frutose ocorreu no meio de cultura MVS, seguido pelo meio NPK. O MVS, composto por vinhaça e adubos, foi o mais rico em frutose. O NPK, que recebeu pequena porção de vinhaça, apresentou 0,09 gramas de frutose para 100mL de meio. O MBA apresentou pequena porção de frutose, resultante, provavelmente, da quebra de sacarose adicionada. O MBC, que não recebeu vinhaça e nem sacarose, não apresentou frutose na sua composição, ficando evidente, portanto, que a vinhaça, além de outros nutrientes, é uma fonte de frutose para o meio.

**TABELA 7** Avaliação por HPLC das concentrações ( $\text{g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ ) de frutose, no período de 0 a 21 dias de cultivo submerso do fungo *Agaricus blazei*, em pH 6,5 e a 28°C.

Meios de cultura	Tempo (dias)			
	0	7	14	21
NPK9	0,09 <sup>b</sup> ± 0,02	0,08 <sup>b</sup> ± 0,00	0,06 <sup>b</sup> ± 0,01	0,05 <sup>b</sup> ± 0,02
MVS3	0,93 <sup>a</sup> ± 0,03	0,90 <sup>a</sup> ± 0,05	0,83 <sup>a</sup> ± 0,01	0,65 <sup>a</sup> ± 0,02
MBA2	0,02 <sup>c</sup> ± 0,01	0,02 <sup>c</sup> ± 0,00	0,02 <sup>c</sup> ± 0,00	0,02 <sup>c</sup> ± 0,00
MBC	0,00 <sup>c</sup> ± 0,00	0,00 <sup>c</sup> ± 0,00	0,00 <sup>c</sup> ± 0,00	0,00 <sup>c</sup> ± 0,00
CV (%)	7,44	10,91	3,15	8,77

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

Durante os 21 dias de fermentação, houve uma redução de 30,11% para o meio MVS. Essa frutose, provavelmente, foi absorvida pelas hifas do *Agaricus blazei*, apesar de não ser suficiente para o seu crescimento.

Na análise de glicose da Tabela 8, verifica-se que houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre esta variável. O meio MVS foi rico em glicose (1,30g/100mL), enquanto que o NPK apresentou 0,08g/100mL e MBA apresentou 0,03g/100mL.

**TABELA 8** Avaliação por HPLC das concentrações ( $\text{g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ ) de glicose de 0 a 21 dias de cultivo submerso de *Agaricus blazei*, em pH 6,5 e 28°C.

Meios de cultura	Tempo (dias)			
	0	7	14	21
NPK9	0,08 <sup>c</sup> ± 0,01	0,08 <sup>c</sup> ± 0,00	0,05 <sup>c</sup> ± 0,01	0,04 <sup>c</sup> ± 0,02
MVS3	1,30 <sup>a</sup> ± 0,09	0,86 <sup>b</sup> ± 0,02	0,78 <sup>a</sup> ± 0,08	0,65 <sup>a</sup> ± 0,10
MBA2	0,03 <sup>c</sup> ± 0,02	0,02 <sup>d</sup> ± 0,01	0,02 <sup>c</sup> ± 0,00	0,02 <sup>c</sup> ± 0,00
MBC	0,98 <sup>b</sup> ± 0,08	0,92 <sup>a</sup> ± 0,03	0,58 <sup>b</sup> ± 2,02	0,46 <sup>b</sup> ± 1,03
CV (%)	10,12	4,22	32,61	28,72

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Como esperado, o MBC apresentou 0,98g/100mL, aproximadamente 1% de glicose, que é a concentração definida pelo meio. Durante os 21 dias de fermentação, houve uma redução de 53,06% da glicose disponível para o meio MBC e 50,00% para o meio MVS.

Na análise de sacarose da Tabela 9, verifica-se que houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre esta variável. A análise de sacarose confirmou as concentrações definidas de 1% de sacarose para os meios

NPK e MBA. Também conforme esperado, o meio MVS apresentou teor relativamente alto de sacarose (0,77g/100mL), totalizando 2% de açúcares totais.

**TABELA 9** Avaliação por HPLC das concentrações de sacarose de 0 a 21 dias de cultivo submerso do isolado de *Agaricus blazei*, em pH 6,5 e 28°C.

Meios de cultura	Tempo (dias)			
	0	7	14	21
NPK9	0,97 <sup>b</sup> ± 0,07	0,95 <sup>a</sup> ± 0,03	0,06 <sup>b</sup> ± 0,01	0,05 <sup>b</sup> ± 0,02
MVS3	0,77 <sup>c</sup> ± 0,07	0,59 <sup>b</sup> ± 0,02	0,83 <sup>a</sup> ± 0,01	0,65 <sup>a</sup> ± 0,02
MBA2	1,04 <sup>a</sup> ± 0,07	1,00 <sup>a</sup> ± 0,11	0,02 <sup>c</sup> ± 0,00	0,02 <sup>c</sup> ± 0,00
MBC	0,01 <sup>d</sup> ± 0,00	0,01 <sup>c</sup> ± 0,00	0,01 <sup>d</sup> ± 0,00	0,00 <sup>c</sup> ± 0,00
CV (%)	8,73	9,17	10,96	12,57

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste de Dunnet, a 5 % de probabilidade.

O meio MVS foi o que apresentou maior concentração de açúcar, mas, foi também o que proporcionou o menor crescimento micelial. É importante notar que, nos meios NPK e MBA, a concentração de açúcar praticamente foi esgotada entre 7 e 14 dias, demonstrando que, para esses dois meios, a concentração de açúcar foi um fator limitante. Considerando o meio MBC, o fungo utilizou apenas a metade da glicose adicionada, mas, por outro lado, produziu mais massa micelial do que nos outros meios. Esses resultados sugerem que, por ser um açúcar prontamente assimilável, 1% de glicose foi suficiente para o metabolismo do fungo, enquanto que, para sacarose, essa concentração foi insuficiente, provavelmente, em função do gasto de energia envolvido para a síntese da enzima sacarase (EC 3.2.1.48), responsável por sua degradação.

Na literatura, encontram-se trabalhos semelhantes: Issaly et al. (2004), estudaram a influência de nutrientes, pH e oxigenação na produção do fungo *Metarhizium flavoviride* em cultura submersa, detectando o consumo máximo de sacarose, que estava a 2% no meio, em 72 horas. Manzoni & Rollini (2001), pesquisando o basidiomiceto *Daedalea quercina* em cultura submersa, verificaram a influência de fonte de carbono no crescimento micelial, empregando glicose, sacarose e dextrinas em cultivo submerso durante 14 dias de fermentação. Manabe (2003) relata também a utilização efetiva da sacarose pelo fungo *Agaricus blazei*, semelhante ao presente trabalho. Kawagoe et al. (2004), estudando a produção micelial de *Agaricus blazei* em cultura submersa, detectaram pouco decréscimo na concentração de glicose: houve uma queda de 30% da glicose inicial, após 27 dias de cultivo.

## 6 CONCLUSÕES

O meio NPK (Nitrogênio-Fósforo-Potássio) apresentou maior estabilidade fisiológica para o crescimento do fungo *Agaricus blazei*, em cultivo sólido, proporcionando a formação de colônias uniformes.

Os meios de cultura NPK 7 e NPK 9 permitiram maior diâmetro de crescimento micelial em placa que os demais meios.

Os meios MBA apresentaram produção de massa micelial equivalente à dos meios NPK 7 e NPK 9.

Em cultivo submerso, o *Agaricus blazei* produziu maior massa micelial no meio NPK 9 do que nos meios MVS e MBA 2.

Para a utilização dos meios NPK e MBA seria necessária a utilização de uma concentração de sacarose superior a 1%.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists** – 15 ed. Arlington, AOAC. 1990.

COSTA, M. D. **Germinação de esporos e formação de ectomicorrizas in vitro por estirpes monocarióticas de *Pisolithus* sp.** 2002. 153 p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FURLAN, S. A.; VIRMOND, L. J.; MIERS, D. A.; BONATTI, M.; GERN, R. M. M.; JONAS, R. Mushroom strains able to grow at high temperatures and low pH values. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**. v. 13, p. 689-692, Jan.1997.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análise de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4,3. Lavras: UFLA / DEX, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985, v.1, 533 p.

ISSALY, N.; CHAUVEAU, H.; AGLEVOR, FARGUES, J. DURAND, A. Influence of nutrient, pH and dissolved oxygen on the production of *Metarhizium flavoviride* Mf189 blastospores in submerged batch culture. **Process Biochemistry**, Jun. 2004.

IYSUKA, S. S.; KOPYTOWSKI, J. F.; MINHONI, M. T. A.; EIRA, A. F. Concentrações de composto no meio composto-ágar e o crescimento de *Agaricus blazei*. In: PRIMEIRO SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE COGUMELOS NA ALIMENTAÇÃO: saúde, tecnologia e meio ambiente no Brasil, 1, 2003, Brasília. **Anais...** Brasília – DF: I SICOOG, 2003. p. 183.

KAWAGOE, M.; NAGAOKA, Y.; ARAKI, M. Submerged culture of *Agaricus blazei* mycelium in a bubble column fermentor. **Journal of Chemical Engineering of Japan**. v. 38, n. 8, p. 1056-1061, Aug. 2004.

KURBANOGLU, E. B.; ALGUR, O. F.; ZULKADIR, A.. Submerged production of edible mushroom *Agaricus bisporus* mycelium in ram horn hydrolysate. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 19, n. 3, p. 225-230, May 2003.

LABORY, C. R. G. **Avaliação citológica e condições de crescimento de *Agaricus blazei***. 2003. 59 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MANABE, A. **Crescimento micelial de *Agaricus blazei* em diferentes substratos**. 2003. 42 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MANZONI, M.; ROLLINI, M. Isolation and characterization of the exopolysaccharide produced by *Daedalea quercina*. **Biotechnology Letters**. v. 23, n. 18, p. 1491-1497. Sep. 2001.

MARTIN, A. M. Submerged production of *Agaricus campestris* mycelium in peat extracts. **Journal of Food Science**. Chicago, n. 1, v. 48, p. 206-207, Jan/Feb 1983.

MAZIERO, R.; CAVAZZONI, V.; BONONI, V. L. R. Screening of basidiomycetes for the production of exopolysaccharide and biomass in submerged culture. **Revista de Microbiologia**. São Paulo, v. 30, p. 77-84, Nov. 1998.

McLOUGHLIN, A. J.; FRIEL, M. F. Production of a liquid inoculum/spawn of *Agaricus bisporus*. **Biotechnology Letters**. Dordrecht, n. 5, v. 22, p. 351-354, Mar 2000.

MOREIRA, G. F.; TOLEDO, R. C.C.; DIAS, E. E. Crescimento micelial do *Agaricus blazei* em diferentes condições de pH e temperatura. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE MICOLOGIA, 5, 2005, Brasília. **Anais...** Brasília – DF: V CLAM, 2005. p. 266.

MOUSTAFA, A. M. Nutrition and the development of mushroom flavor in *Agaricus campestris* mycelium. **Applied Microbiology**. New York, n. 1, v. 8, p. 63, Aug. 1960.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal biological Chemistry**. Baltimore, 135: 375, 1944.

NEVES, M. A. **Caracterização ecológica, fisiológica e genética de *Agaricus blazei* Murril através de estirpes proveniente de diferentes empresas de produção de cogumelos**. 2000. 69 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

SHU, C. H.; WEN, B. J.; LIN, K. J. Monitoring the polysaccharide quality of *Agaricus blazei* in submerged culture by examining molecular weight distribution and TNF -  $\alpha$  release capability of macrophage cell line RAW 264.7. **Biotechnology Letters**. Dordrecht, n. 24, v. 25, p. 2061-2064, Dec 2003.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos**. Viçosa, UFV, Imprensa universitária, 1981. 166 p.

SOCCOL, C. R.; RUBEL, R.; SANTA, H. S. D.; LEIFA, F. Produção de exopolissacarídeos por *Agaricus brasiliensis* e *Ganoderma lucidum* em cultura submersa e avaliação da ação antitumoral em animais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE COGUMELOS NO BRASIL, 2., 2004, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: II SICOG, 2004. p. 165.

TOMIZAWA, M. M. **Variabilidade genética de isolados de *Agaricus blazei* baseada em marcadores RAPD e PCR - RFLP**. 2005. 91 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola). – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

WARDLE, K. S.; SCHISLER, L. C. The effects of various lipids on growth of mycelium of *Agaricus bisporus*. **Mycologia**. New York, n. 2, v. 61, p. 305-314. Mar. 1969.

WU, J. Z.; CHEUNG, P. C. K.; WONG, K. H.; HUANG, N. L. Studies on submerged fermentation of *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer – Part 1: physical and bioconversion efficiency. **Food Chemistry**, Oxford, n. 3, v. 81, p. 389-393, June 2002.



## **CAPÍTULO 3**

### **O USO DO COGUMELO *Agaricus blazei* COMO ADITIVO ALIMENTAR EM RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE**

## 1 RESUMO

GUIMARÃES, João Borges. **O uso do cogumelo *Agaricus blazei* como aditivo alimentar em ração para frangos de corte.** Lavras: UFLA. 2006. Cap. 3, p. 73-98. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)\*.

Este estudo teve como objetivo avaliar a utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como aditivo alternativo ao uso de promotores de crescimento antimicrobianos em rações de frangos de corte. O cogumelo foi produzido no Laboratório de Cogumelos Comestíveis e Medicinais do DBI/UFLA e a condução do experimento foi na granja experimental da EAFI, MG. Quinhentos e noventa e cinco pintos de corte de um dia de idade foram criados, em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, cinco repetições e 17 aves por parcela, em cama reutilizada e sem adição de aditivo anticoccidiano e antimicrobiano. Os tratamentos consistiram em: T1 - ração basal (RB) sem cogumelo e sem antibiótico; T2 - RB + 0,04% de resíduo de cogumelo desidratado (RCD); T3 - RB + 0,08% RCD; T4 - RB + 0,12% RCD; T5 - RB + 0,16% RCD; T6 - RB + 0,20% RCD; T7 - controle: RB + antibiótico avilamicina a 10 ppm. As rações baseadas em milho e farelo de soja dos sete tratamentos foram utilizadas durante todo o experimento, sendo o programa alimentar com duas rações: de 1 dia a 21 dias de criação e de 22 a 42 dias de criação. Os parâmetros avaliados nos períodos de 1 dia a 21 dias, de 22 a 42 dias e de 1 dia a 42 dias foram ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA); após abate, aos 42 dias, foram analisados: rendimento de carcaça e de peito, acúmulo de gordura abdominal, peso da bursa de Fabricius e baço. Os dados obtidos para os tratamentos de T1 a T6 foram comparados com frangos que ingeriram o antibiótico (T7) e comparações entre os níveis de cogumelo adicionados. Para o desempenho animal, ao final do experimento, verificou-se que houve efeito dos tratamentos ( $P < 0,05$ ) sobre o parâmetro ganho de peso, pelo teste de SNK. Os resultados apontam a concentração de cogumelo de 0,163% como a ideal ao se utilizar cogumelo na ração, pois proporcionou ganho de peso maior. Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal. Em relação aos órgãos da imunidade analisados, houve efeito dos tratamentos ( $P < 0,05$ ): o controle negativo (T1-testemunha) apresentou maior peso para a bursa de Fabricius e menor para o baço. Portanto, o uso do cogumelo ou antibiótico na ração influenciou os órgãos analisados do sistema imune dos frangos.

---

\*Comitê Orientador: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias - UFLA (Orientador), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini, UFLA e Profa. Dra. Maria Cristina Bressan, UFLA

## 2 ABSTRACT

GUIMARÃES, João Borges. **The use of the mushroom *Agaricus blazei* as a feed additive in diet for broiler chicken.** Lavras: UFLA. 2006. Cap. 3, p. 73-98. Dissertation (Master in Food Science)\*.

This study was aimed to evaluate the utilization of the mushroom *Agaricus blazei* as an alternative additive to the use of promoters of microbial growth in broiler chicken rations. The mushroom was grown in the Edible and Medicinal Mushroom Laboratory of the DBI/UFLA and the undertaking of the experiment was in the experimental poultry farm of the EAFI-MG. Five hundred ninety and five broiler chickens of one day of age were raised in a completely randomized design with seven treatments, five replicates and 17 birds per plot; in bedding reutilized and without addition of anticoccidium additive. The treatments consisted of: T1 – basal ration (BR) without mushrooms and without antibiotics; T2 – BR + 0.04% of dehydrated mushroom residue (DMR); T3 – BR + 0.08% DMR; T4 – BR + 0.12% DMR; T5 – BR + 0.16% DMR; T6 – BR + 0.20% DMR; T7 – control: BR + antibiotics avilamicin at 10ppm. The rations based on corn and soybean meal of the seven treatments were utilized throughout the experiment with two formulations: from 1 day to 21 days of breeding and from 22 to 42 days of breeding. The parameters evaluated in the periods of 1 day to 21 days, of 22 to 42 days and of 1 day to 42 days were weight gain (WG), ration intake (RI) and feed conversion (FC) after slaughter, at 42 days, the following were analyzed: carcass and breast yield, accumulation of abdominal fat, weight of the bursa of Fabricius and spleen. The data obtained for the treatments of T1 to T6 were compared with the chickens which ingested the antibiotics (T7) and the comparisons among the levels of added mushrooms. For the animal performance, at the end of the experiment, it was found that there was effect of the treatments ( $P < 0.05$ ) upon the parameter weight gain by the SNK test. The results indicate the concentration of mushroom of 0.163% as being the ideal one in utilizing mushroom in the ration, since it provided greatest weight gain. There was no significant effect ( $P > 0.05$ ) of the treatments on the carcass, breast and abdominal fat. As regards the immunity organs analyzed, there was effect of the treatments ( $P < 0.05$ ): negative control (T1-control) presented greatest weight for the bursa of Fabricius and smallest for the spleen. Therefore, use of the mushroom or antibiotics in the ration influenced the analyzed immune system organs of the chickens.

---

\*Guidance Committee: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias - UFLA (Adviser), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini – UFLA and Prof. Dr. Maria Cristina Bressan - UFLA

### 3 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1950, utilizam-se em rações de frangos de corte, substâncias quimioterápicas ou antibióticos, com o objetivo de combater agentes patológicos de baixa periculosidade da microbiota das aves. Assim, as aves conseguem uma melhor absorção dos nutrientes para o seu crescimento. Entretanto, o uso constante dos antibióticos em doses subterapêuticas, em rações de aves, gerou desconfiança a respeito de tais drogas estarem causando resistência em algumas cepas selecionadas de microrganismo e chegando até ao homem, por contaminação cruzada. Apesar da indicação de que o período de carência pós-administração dos antibióticos é suficiente para eliminar quaisquer resíduos destes na carne, reduções e substituições dos antibióticos nas rações têm sido temas de pesquisa.

O Brasil é um grande produtor mundial de frangos de corte, atualmente o maior exportador, e precisa estar preparado para as novas exigências do mercado consumidor em âmbito mundial. Países mais exigentes, como os da Comunidade Européia, estão recusando a importação de frangos de corte alimentados com antibióticos ou agentes quimioterápicos, como promotores de crescimento, em rações para frangos de corte.

Dentre as diversas alternativas, o fungo *Agaricus blazei* se destaca como um possível substituto aos agentes antimicrobianos em ração de frango de corte, por apresentar propriedades que atuam no trato gastrintestinal das aves, facilitando a absorção de substâncias nutritivas no intestino.

Com este estudo, objetivou-se avaliar o desempenho dos frangos de corte alimentados com níveis crescentes do cogumelo *Agaricus blazei* em rações, como alternativa aos aditivos usuais.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local e época de realização do experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, Inconfidentes, MG, região sul do estado de Minas Gerais, no período de outubro a dezembro de 2004.

### 4.2 Aves, instalações e equipamentos

Foram utilizados 595 pintos de corte machos, da linhagem Ross, da marca AgRoss 308, com um dia de idade, vacinados contra a doença de Marek e boubá aviária, com peso médio de 43g. As aves foram alojadas em 35 boxes com 4,7m<sup>2</sup> (2,55m x 1,85m), separados por um corredor de 2,20m de largura, com piso de cimento, em galpão de alvenaria, construído na orientação leste-oeste, coberto com telhas de cimento-amianto, pé-direito de 3,0 metros, muretas de 0,40 metros de altura e o restante das laterais fechadas com tela de arame galvanizado, dotadas de cortinas de lona plástica para proteção de vento e frio. Em cada unidade experimental foram alojadas 17 aves. Em cada unidade foi colocado um comedouro infantil, sendo substituído, depois de 7 dias, por um tubular, um bebedouro pendular e, na fase de aquecimento, foram utilizadas lâmpadas incandescentes de 220v/100 watts suspensas a 0,30 metros do piso. As lâmpadas de aquecimento foram mantidas acesas nos primeiros 14 dias, principalmente no período noturno e as cortinas de plástico nas laterais do galpão ficaram completamente fechadas. Após esse período, o manejo de aquecimento do galpão foi feito de acordo com a temperatura ambiente e o comportamento das aves. As lâmpadas de aquecimento foram desligadas e as

cortinas passaram a permanecer abertas durante o período diurno-noturno, sendo fechadas somente na ocorrência de chuvas.

Na tentativa de proporcionar um desafio zootécnico, as aves foram alojadas sobre a cama de casca de café já utilizada em outros ciclos de produção de frangos de corte, que foi espalhada, uniformemente, a uma altura de  $\pm 5$ cm. Depois de um vazio sanitário ocorrido no galpão experimental, este foi somente varrido, não sendo utilizado lança-chamas e nenhum produto desinfetante, simulando as condições encontradas em granjas comerciais, nas quais o desafio microbiano é normalmente maior do que em instalações experimentais.

Uma folha de jornal foi utilizada para cobrir a cama, somente sob a campânula de aquecimento, até o 3º dia. Até este período, as aves mortas ou refugadas foram trocadas por aves aparentemente sadias e que estavam recebendo a dieta controle.

As aves receberam ração e água à vontade durante o período experimental e um programa de 24 horas de luz natural e artificial. Adotou-se um programa alimentar de duas fases: 1 a 21 dias e 22 a 42 dias.

#### **4.3 Cogumelo *Agaricus blazei***

O cogumelo *Agaricus blazei* utilizado foi obtido da produção do Laboratório de Cogumelos Comestíveis e Medicinais do setor de Microbiologia do Departamento de Biologia da UFLA. Somente foram utilizados resíduos e cogumelos já com o píleo aberto, sem valor de mercado, como aditivo nas rações.

Os cogumelos secos foram triturados e adicionados na dieta dos frangos, seguindo-se as fases experimentais.

#### **4.4 Tratamentos e rações experimentais**

Para avaliar o desempenho dos frangos de corte, foram utilizados o antibiótico avilamicina e cinco níveis de cogumelos em substituição ao promotor de crescimento, incluídos juntamente com o inerte nas quantidades descritas nos tratamentos a seguir:

T1 – ração basal (RB) sem antibiótico e sem cogumelo (controle negativo);

T2 – RB com 0,04% de cogumelo;

T3 – RB com 0,08% de cogumelo;

T4 – RB com 0,12% de cogumelo;

T5 – RB com 0,16% de cogumelo;

T6 – RB com 0,20% de cogumelo;

T7 – RB com antibiótico (0,025%) e sem cogumelo (controle positivo).

Os ingredientes e nutrientes utilizados nas rações experimentais encontram-se na Tabela 10, tendo sido a composição dos ingredientes e as exigências nutricionais das aves obtidas de Rostagno et al. (2000). A dieta basal foi formulada à base de milho, farelo de soja e óleo de soja, suplementada com minerais e vitaminas, sendo isonutritivas, porém, sem a suplementação de anticoccidiano para aumentar ainda mais o desafio zootécnico.

#### **4.5 Medidas de desempenho dos frangos**

O desempenho das aves foi avaliado nos períodos de 1 aos 21 dias, de 22 a 42 dias e de 1 a 42 dias de idade das aves.

Os cálculos para o consumo de ração foram realizados pela diferença entre as pesagens de ração fornecida e a sobra nos comedouros das unidades

experimentais. A mortalidade ocorrida em cada unidade experimental foi levada em consideração para os cálculos realizados.

Para verificar o desempenho, foram feitas pesagens no 7º, 14º, 21º, 28º, 36º e 42º dias de idade do grupo de aves de cada unidade experimental, obtendo-se, então, o ganho de peso médio por ave em cada período.



**TABELA 10** Composição percentual das rações basais utilizadas em cada fase experimental.

Ingredientes	Fases	
	Inicial (01 a 21 dias)	Final (22 a 42 dias)
Milho	58,277	62,730
Farelo de soja	35,285	30,244
Fosfato bicálcico	2,739	3,396
Calcário calcítico	1,517	1,428
Óleo de soja	1,166	1,137
Sal iodado	0,407	0,385
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,100	0,100
DL-metionina (99%)	0,156	0,140
L-lisina (78%)	0,005	0,090
Cloreto-colina (60%)	0,048	0,050
Antibiótico <sup>3</sup>	-	-
Anticoccidiano	-	-
Cogumelo	-	-
Inerte (caulim)	0,200	0,200
Total (kg)	100,000	100,000
<b>Composição calculada</b>		
Energia metabolizável (Kcal.kg <sup>-1</sup> )	3000	3100
Proteína bruta (%)	21,300	19,2
Cálcio (%)	0,960	0,910
Fósforo disponível (%)	0,400	0,380
Sódio (%)	0,160	0,153
<b>Aminoácidos totais</b>		
Lisina (%)	1,131	1,068
Metionina (%)	0,480	0,440
Met. + cist. (%)	0,805	0,740

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico contendo, por kg do produto: vit. A (12.000.000 UI); vit B<sub>1</sub> (2.200mg); vit B<sub>2</sub> (6.000mg); vit B<sub>6</sub> (3.300 mg); vit B<sub>12</sub> (16.000mg); vit D<sub>3</sub> (2.200.000 UI); vit E (30.000mg); vit K<sub>3</sub> (2.500 mg); biotina (110mg); nicotinamida (53.000mg); niacina (25.000mg); ácido pantotênico (13.000mg); ácido fólico (1.000mg); antioxidante (120.000mg); enzimas (2.003.848UI); veículo Q.S.P. (1.000g).

<sup>2</sup> Suplemento mineral contendo, por kg do produto: Zn (50.000mg); Fe (20.000mg); Mn (75.000mg); Cu (4.000mg); I (1.500mg); Co (200mg); veículo Q.S.P. (1.000g).

<sup>3</sup> Controle positivo: na ração basal utilizou-se avilamicina a 10%, sendo usado 250g/tonelada, fornecendo 25g/tonelada do princípio ativo.

A conversão alimentar também foi calculada para as fases de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade, utilizando-se para os cálculos, os dados referentes ao consumo e ao ganho de peso de cada unidade experimental.

#### **4.6 Rendimento de carcaça**

O rendimento de carcaça foi avaliado aos 42 dias de idade, quando foram separadas 4 aves por repetição e tratamento, com peso médio representativo da unidade experimental. As aves foram submetidas a um jejum de seis horas e, depois, pesadas e abatidas. As carcaças evisceradas com cabeça, pescoço e pés. As vísceras comestíveis e gordura abdominal foram pesadas antes do resfriamento, a 0°C, por 24 horas. O rendimento de carcaça foi calculado com base no peso vivo no momento do abate e o rendimento das partes nobres foi calculado em relação ao peso de carcaça eviscerada. Os acúmulos de gordura foram relacionados ao peso da carcaça.

#### **4.7 Medidas de peso de órgãos do sistema imunológico**

Ao final do experimento, aos 42 dias de idade, quatro aves por tratamento foram submetidas a um jejum de seis horas, sendo pesadas e processadas segundo os procedimentos normais de abate: sangria, depenagem e evisceração. Em seguida, foram coletados o baço e a bursa de Fabricius de cada ave, para verificar, por meio de pesagem desses órgãos, alguma relação de resposta do sistema imunológico das aves, em relação às dietas com antibiótico e com os níveis de cogumelo, aditivos promotores do crescimento.

Estes órgãos foram avaliados porque segundo Fukayama (2004), a medula óssea e a bursa de Fabricius são locais do desenvolvimento e diferenciação dos linfócitos B, e o timo, onde os linfócitos T desenvolvem-se e

se diferenciam, sendo considerados órgãos linfóides primários. O baço é um órgão linfóide secundário ou periférico. Estas estruturas linfóides representam uma parte importante do sistema imune, devido ao fato de existirem inúmeros patógenos que podem estar presentes no aparelho digestório.

#### **4.8 Pesquisa de *Salmonella sp.***

A presença de *Salmonella sp.* foi pesquisada na cama utilizada em cada unidade experimental e toda a metodologia foi seguida de acordo com as técnicas descritas por Silva et al. (2001). As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia/DCA/UFLA.

*Salmonella sp.* é um enteropatógeno mais freqüentemente associado à microbiota entérica das aves e origina-se de diferentes fontes do ambiente avícola. Com *Salmonella*, as características de colonização do trato intestinal das aves são diferenciadas e prejudicam o desempenho zootécnico desses animais.

#### **4.9 Delineamento experimental e análises estatísticas**

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo 7 tratamentos e 5 repetições de 17 aves por unidade experimental, totalizando 35 parcelas e 595 aves.

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR), desenvolvido por Ferreira (2000). Os contrastes foram avaliados pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado para as características de desempenho foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$ : valor observado em aves alimentadas com diferentes tratamentos  $i$ , na repetição  $j$ ;

$\mu$ : média geral do experimento;

$T_i$ : efeito dos tratamentos  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  e  $7$ ;

$e_{ij}$ : erro aleatório associado a todas as observações que, por hipótese, têm distribuição normal com média zero e variância sigma ao quadrado ( $0, \sigma^2$ ), sendo as repetições  $j = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Desempenho dos frangos

O desempenho dos frangos de corte foi avaliado nas três fases de criação, correspondendo aos períodos de 1 a 21 dias, 22 a 42 dias e de 1 a 42 dias de idade das aves. Os resultados encontram-se nas Tabelas 11, 12 e 13.

Não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre ganho de peso e conversão alimentar, no período de 1 a 21 dias de idade das aves (Tabela 11). Entretanto, o consumo de ração para o grupo controle negativo foi menos elevado que nos demais tratamentos.

Neste período, os resultados indicam que as condições experimentais não permitiram observar os efeitos do uso do cogumelo na ração, tendo em vista que o uso de antibiótico se comparou aos outros tratamentos.

Os dados observados no presente experimento para ganho de peso e conversão alimentar, no período de 1 a 21 dias de idade das aves, vão ao encontro dos valores encontrados por Fukayama (2004), que também não verificou diferenças para o desempenho. Quando adicionou prebióticos e probióticos em substituição ao antibiótico, Moreira et al. (2001) não observaram diferenças significativas em ganho de peso com o uso de outros promotores de crescimento.

Fuini (2001), trabalhando com o cogumelo *Agaricus blazei* nas rações para frangos de corte da linhagem Cobb, não observou diferenças significativas entre os tratamentos para o consumo de ração e conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade.

Nessa fase, o ganho médio de peso foi de 635 gramas, inferior aos padrões estabelecidos no manual da marca AgRoss 308, que é 788 gramas. A temperatura elevada durante uma fase do experimento pode ter influenciado negativamente o consumo de ração e, conseqüentemente, o ganho de peso.

**TABELA 11** Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), no período de 1 a 21 dias de idade das aves e seus respectivos desvios-padrão, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>GP* (g/ave)</b>	<b>CR (g/ave)</b>	<b>CA* (g/g)</b>
Controle negativo <sup>1</sup>	634 ± 22,86	928 <sup>b</sup> ± 17,22	1,46 ± 0,06
Controle positivo <sup>2</sup>	630 ± 21,05	978 <sup>a</sup> ± 9,72	1,54 ± 0,06
Cogumelo 0,04%	631 ± 19,49	970 <sup>a</sup> ± 15,97	1,56 ± 0,03
Cogumelo 0,08%	627 ± 18,78	984 <sup>a</sup> ± 28,73	1,57 ± 0,08
Cogumelo 0,12%	653 ± 21,58	966 <sup>a</sup> ± 15,39	1,48 ± 0,07
Cogumelo 0,16%	638 ± 29,47	957 <sup>a</sup> ± 25,54	1,50 ± 0,05
Cogumelo 0,20%	629 ± 33,38	970 <sup>a</sup> ± 9,05	1,54 ± 0,07
CV (%)	3,84	1,94	3,97

\* Efeito não significativo pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

Na fase final de criação entre 22 e 42 dias de idade (Tabela 12), não se observou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o desempenho. O efeito do uso do cogumelo e do antibiótico foi semelhante para as características ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Fuini (2001) também não encontrou diferenças significativas nesta fase, para essas características, quando trabalhou com o mesmo cogumelo, apesar de ter trabalhado com uma linhagem diferente de frango e de ter obtido um ganho de peso médio (1.565g) inferior ao obtido neste trabalho (1.935g).

**TABELA 12** Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), no período de 22 a 42 dias de idade das aves e seus respectivos desvios-padrão, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>GP* (g/ave)</b>	<b>CR* (g/ave)</b>	<b>CA* (g/g)</b>
Controle negativo <sup>1</sup>	1812 ± 124,11	3902 ± 277,51	2,17 ± 0,27
Controle positivo <sup>2</sup>	1925 ± 58,61	3814 ± 225,35	1,98 ± 0,09
Cogumelo 0,04%	1820 ± 54,82	3744 ± 71,75	2,06 ± 0,09
Cogumelo 0,08%	1872 ± 39,42	3652 ± 239,02	1,95 ± 0,11
Cogumelo 0,12%	2007 ± 102,32	3830 ± 242,19	1,91 ± 0,13
Cogumelo 0,16%	2041 ± 187,53	3785 ± 181,49	1,86 ± 0,08
Cogumelo 0,20%	1822 ± 221,86	3669 ± 99,16	2,04 ± 0,31
CV (%)	6,83	5,41	8,93

\* Efeito não significativo pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

Para o consumo de ração e conversão alimentar no período total de criação das aves de 1 a 42 dias de idade (Tabela 13), não se observaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ), para os níveis de cogumelo. Para o ganho de peso, houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para os níveis de cogumelo e efeito dos tratamentos sobre as características estudadas, de acordo com o teste de SNK.

Estes resultados são interessantes porque, ao contrário de outros trabalhos (Fuini, 2001 e Fukayama, 2004), apontou para um efeito significativo da concentração do cogumelo *Agaricus blazei* desidratado sobre o ganho de peso.

**TABELA 13** Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), no período de 1 a 42 dias de idade das aves e seus respectivos desvios-padrão, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>GP (g/ave)</b>	<b>CR* (g/ave)</b>	<b>CA* (g/g)</b>
Controle negativo <sup>1</sup>	2521 <sup>ab</sup> ± 97,02	4752 ± 235,79	1,89 ± 0,15
Controle positivo <sup>2</sup>	2605 <sup>ab</sup> ± 67,55	4675 ± 155,32	1,79 ± 0,04
Cogumelo 0,04%	2511 <sup>ab</sup> ± 42,24	4570 ± 65,12	1,82 ± 0,03
Cogumelo 0,08%	2555 <sup>ab</sup> ± 50,88	4566 ± 201,95	1,79 ± 0,06
Cogumelo 0,12%	2678 <sup>ab</sup> ± 90,80	4602 ± 99,45	1,72 ± 0,05
Cogumelo 0,16%	2769 <sup>a</sup> ± 56,77	4654 ± 126,32	1,69 ± 0,10
Cogumelo 0,20%	2487 <sup>b</sup> ± 109,36	4560 ± 63,80	1,83 ± 0,17
CV (%)	4,56	3,21	4,56

\* Efeito não significativo dos tratamentos pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico.

Loddi et al. (2000) e Vargas et al. (2001), estudando o desempenho de aves (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), não observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, independente do uso do antibiótico avilamicina, probiótico e ou prebiótico.

Corrêa et al. (2003), trabalhando com um plantel de 3.000 pintos de corte, testando o efeito de antibiótico e probióticos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos, não verificaram efeito significativo dos tratamentos sobre o desempenho das aves na fase final de criação.

O desempenho zootécnico mais elevado, no período de 1 a 42 dias, ocorreu com o ganho de peso igual a 2.769 gramas, consumo de ração igual a 4.654 gramas e conversão alimentar igual a 1,69 para o tratamento que utilizou 0,16% de cogumelo na ração. Esse valor foi o mais próximo, dentre todos os tratamentos, do valor de conversão de 1,66, estabelecido para a linhagem no



manual do frango AgRoss 308, tendo o controle negativo apresentada um valor de 1,89 e o positivo, de 1,79.

Fuini (2001), trabalhando com concentrações de *Agaricus blazei* entre 0,25% e 1%, obteve o melhor ganho de peso (2.533g) com 0,25% de cogumelo desidratado na ração. Machado (2004), em vez de usar o cogumelo, testou a adição do composto colonizado por *Agaricus blazei* e obteve um ganho de peso de 2.248g quando utilizou 0,20% do composto pós-cultivo desidratado.

## **5.2 Avaliação de carcaça, peito e gordura abdominal**

Os resultados relativos à avaliação de carcaça das aves aos 42 dias de idade encontram-se na Tabela 14.

Não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça (com pés e cabeça), de peito e acúmulo de gordura abdominal aos 42 dias de idade, de acordo com os tratamentos.

As médias de rendimento de carcaça, com adição de cogumelo nas rações, variaram, no presente estudo, entre 71,25% a 73,71%, para a linhagem de frango Ross. Na literatura, alguns autores citam médias mais baixas para rendimento de carcaça, de 65,41% a 68,31% para linhagens de frango de corte (Duran et al., 1997; Lei & Van Beek, 1997; Sonaya et al., 1990); médias mais elevadas, de 75,65% a 78,81%, também foram relatadas por Ávila et al. (1993) e Politi et al. (1994).

As principais fontes de variações nos rendimento de carcaça, citadas na literatura, são as metodologias de coleta de amostras para pesagem (Souza, 2004). Os valores citados abaixo de 70,00% correspondem a carcaças livres de pés, pescoço, vísceras comestíveis e cabeça, enquanto os valores citados acima de 75,00% são acompanhados por todos ou por alguns dos cortes secundários citados.

**TABELA 14** Rendimento de carcaça, peito e acúmulo de gordura abdominal, aos 42 dias de idade das aves e seus respectivos desvios-padrão, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>Carcaça* (%)</b>	<b>Peito* (%)</b>	<b>Gordura*<sup>3</sup> (%)</b>
Controle negativo <sup>1</sup>	70,73 ± 3,68	30,30 ± 1,83	1,20 ± 0,25
Controle positivo <sup>2</sup>	72,01 ± 5,82	29,85 ± 1,29	0,99 ± 0,15
Cogumelo 0,04%	71,58 ± 3,62	30,33 ± 0,57	1,39 ± 0,28
Cogumelo 0,08%	73,71 ± 7,89	31,53 ± 1,13	1,39 ± 0,68
Cogumelo 0,12%	71,71 ± 0,90	31,76 ± 0,62	1,20 ± 0,47
Cogumelo 0,16%	71,74 ± 1,53	30,85 ± 1,49	1,32 ± 0,22
Cogumelo 0,20%	71,25 ± 2,01	30,12 ± 1,64	0,94 ± 0,14
CV (%)	6,00	4,27	30,04

\* Efeito não significativo pelo teste de SNK, em relação ao controle positivo e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico.

<sup>3</sup> Gordura abdominal relacionada ao peso de abate.

Outros fatores que afetam a composição dos tecidos podem exercer influência no rendimento de carcaça, tais como sexo, idade de abate, linhagem e sistema de criação (Castellini et al., 2002).

Os dados obtidos no presente estudo, para o rendimento de carcaça, indicam que as condições experimentais não permitiram efeitos de qualquer aditivo, tendo em vista que o tratamento com o uso de antibiótico comparou-se a todos os outros, inclusive com o da ração sem aditivo.

Da mesma forma, pode-se observar que os diferentes tratamentos não apresentaram efeitos significativos sobre o rendimento de peito e o acúmulo de gordura. Em outros trabalhos, nos quais testou-se o efeito da adição de diferentes aditivos na ração, também não se verificaram diferenças significativas sobre o rendimento de peito e acúmulo de gordura (Fukayama, 2004; Lodd et al., 2002; Pelicano et al., 2002; Santos, 2003; Vargas et al., 2001).

### 5.3 Órgãos relativos à imunidade

A imunidade dos frangos de corte foi avaliada segundo os resultados obtidos para o peso do baço e bursa de Fabricius, aos 42 dias de idade e encontram-se na Tabela 15.

Efeitos significativos ( $P < 0,01$ ) foram observados nos tratamentos sobre o peso do baço e peso da bursa de Fabricius. Os valores médios para os tratamentos em que utilizou-se cogumelo em substituição ao antibiótico foram 0,2298% para a bursa e 0,1382% para o baço.

Os valores médios mais elevados para o peso do baço foram verificados nos tratamentos T2, T3 e T6, sendo iguais aos do controle positivo com antibiótico, os quais foram superiores aos tratamentos T4 e T5.

**TABELA 15** Peso da bursa de Fabricius e peso do baço, em relação à porcentagem do peso das aves com seus respectivos desvios-padrão, aos 42 dias de idade.

<b>Tratamentos</b>	<b>Bursa (%)</b>	<b>Baço (%)</b>
Controle negativo <sup>1</sup>	0,309 <sup>a</sup> ± 0,012	0,085 <sup>c</sup> ± 0,003
Controle positivo <sup>2</sup>	0,257 <sup>d</sup> ± 0,011	0,147 <sup>a</sup> ± 0,006
Cogumelo 0,04%	0,298 <sup>b</sup> ± 0,015	0,159 <sup>a</sup> ± 0,008
Cogumelo 0,08%	0,189 <sup>e</sup> ± 0,011	0,152 <sup>a</sup> ± 0,009
Cogumelo 0,12%	0,193 <sup>e</sup> ± 0,007	0,116 <sup>b</sup> ± 0,004
Cogumelo 0,16%	0,278 <sup>c</sup> ± 0,027	0,111 <sup>b</sup> ± 0,011
Cogumelo 0,20%	0,191 <sup>e</sup> ± 0,018	0,153 <sup>a</sup> ± 0,014
CV (%)	4,27	30,04

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de SNK, a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico.

O valor menos elevado para baço foi verificado para o controle negativo, sem cogumelo e sem antibiótico. Também Fukayama (2004) encontrou efeito significativo para o peso do baço, aos 42 dias de idade das aves.

O valor médio observado para a bursa de Fabricius é semelhante ao valor obtido por Fukayama (2004), o qual é de 0,2218%. No entanto a autora não encontrou diferença significativa entre os tratamentos realizados, à semelhança de Fuini (2001), que também não constatou diferenças entre os tratamentos realizados em seu experimento. Os valores médios mais elevados para o peso da bursa de Fabricius foram observados no tratamento com baixa concentração de cogumelo e no controle negativo; os menos elevados foram para o controle positivo com antibiótico e os tratamentos com maiores concentrações de cogumelo.

As variações de peso dos órgãos ligados à imunidade das aves podem refletir as reações do organismo animal diante do contato com microrganismo, entretanto somente depois de análise citológica é possível inferir essa relação. Se o número de células por área, de aves com peso idêntico, for constante, é possível correlacionar estímulo e microrganismo, mas, se esse número variar, pode-se afirmar que o peso dos órgãos está relacionado à genética e desenvolvimento das aves, não se relacionando com possíveis estímulos do sistema imune (Murgas, 2006 – comunicação pessoal).

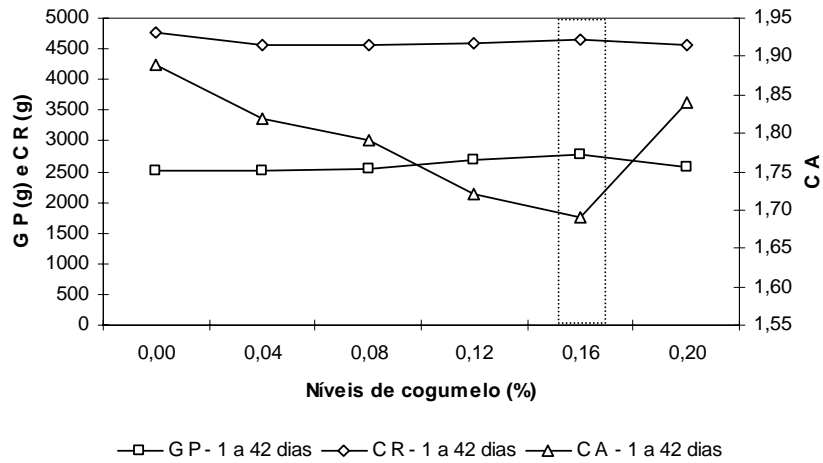
Os valores encontrados para o peso do baço e da bursa de Fabricius não foram suficientes para expressar o efeito total do sistema imune sobre o desempenho das aves, assim como o timo não foi passível de verificação. A exemplo de Fukayama (2004), estes resultados sugerem a necessidade de mais trabalhos para uma maior compreensão do sistema imune das aves, em relação a promotores de crescimento.

É importante frisar que as aves estudadas no presente trabalho foram criadas em cama reutilizada por quatro ciclos de criação, sem adição de

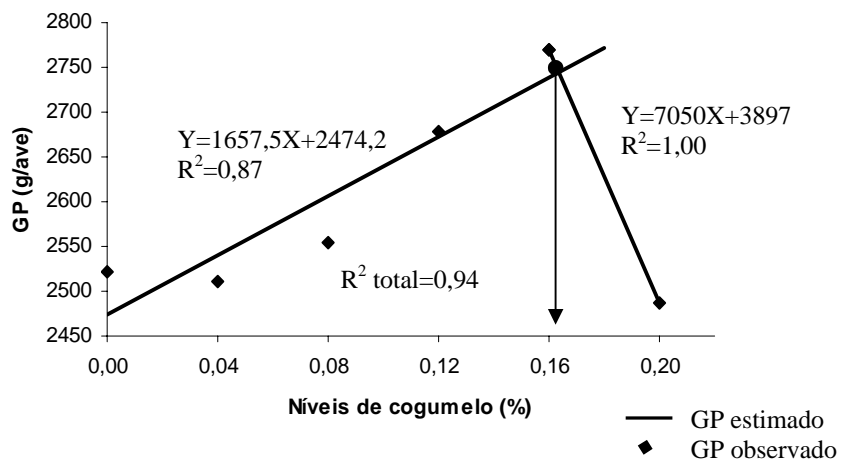
anticoccidiano e, mesmo assim, apresentaram bom desempenho zootécnico. Os resultados sugerem a não utilização de antibiótico para a criação de frangos de corte, quando o manejo é adequado, mantendo os mesmos padrões de desempenho das aves, evitando os riscos de presença de antibióticos na carcaça. Entretanto, é importante observar que o ambiente de criação das aves talvez tenha contribuído decididamente para não destacar o efeito promotor do cogumelo *Agaricus blazei* em relação ao desempenho geral das aves. O número de aves alojadas era representativo para o experimento, porém, ao ser comparado com o número de um grande criatório, os desafios sanitários foram bem menores. O número de pessoas que trabalharam com as aves foi baixo e com bastante assepsia e a cama, mesmo sendo reutilizada, apresentou ausência de *Salmonella sp.* na análise realizada.

Nas Figuras 11 e 12 é possível observar que o melhor desempenho ocorreu com a adição de 0,163% de cogumelo às rações experimentais, com ganho de peso foi mais elevado e uma menor conversão alimentar.

Fuini (2001) utilizou o cogumelo *Agaricus blazei* desidratado como aditivo na ração de frangos de corte, como no presente trabalho, porém, trabalhou com as concentrações de 0,25% a 1%. Os melhores resultados foram obtidos com 0,25% de cogumelo desidratado, ou seja, com a menor concentração testada. Por isso, no presente trabalho, foram testadas concentrações de cogumelo abaixo de 0,25%, com o objetivo de se estabelecer a concentração ideal exata. Portanto, os resultados demonstram que a concentração ideal de *Agaricus blazei* desidratado na ração de frangos de corte está em torno de 0,16%.



**FIGURA 11** Ganho médio de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), no período de 1 a 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.



**FIGURA 12** Nível de cogumelo ideal na ração para o ganho de peso mais elevado, segundo os tratamentos realizados.

## 6 CONCLUSÕES

Os frangos de corte alimentados com ração suplementadas com 0,16% de cogumelo apresentaram maior ganho de peso, considerando todo o período de criação de 1 a 42 dias, sendo também superior ao uso do antibiótico.

As aves que não receberam nenhum tipo de aditivo apresentaram maior peso da bursa de Fabricius e menor peso de baço.

Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para a qualidade da carcaça, rendimento de peito e acúmulo de gordura.

Para a utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como aditivo na ração de frangos de corte, a concentração ideal é de 0,16%.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, V. S.; LEDUR, M. C.; BARIONI, W. J.; SHIMIDT, G. S.; COSTA, C. N. Desempenho e qualidade de carcaça em linhagens comerciais de frango de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 649-656, Jun. 1993.

BRAGA, G. C.; EIRA, A. F.; CELSO, P. G.; COLAUTO, N. B. **Manual do cultivo de *Agaricus blazei* Murill “cogumelo- do –sol”**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1998. 44 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas**, 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

CASTELLINI, C.; MUGNAL, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 219-225, Mar. 2002.

CORRÊA, G. S. S.; GOMES, A. V. C.; SALLES, A. S.; MATTOS, E. S. Efeito de antibiótico e probiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 4, p. 467-473, Ago. 2003.

DURAN, A. M.; RAMOS, J. S.; ALFONSO, M. C. Resultados productivos, rendimiento y composición de la canal de los cruces de pollos de carne criados em libertad. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 46, n. 175, p. 239-247, 1997.

EIRA, A. F. DA. **Cultivo do cogumelo medicinal *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann**. Viçosa: Aprenda fácil, 2003. 398 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análise de variância para dados balanceados**: program de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4,3. Lavras: UFLA / DEX, 2000.

FLEGG, P. B.; SPENCER, D. M.; WOOD, D. A. 1985. **The biology and technology of cultivated mushroom**. John Wiley e sons ed. 347 p.

FUKAYAMA, E. H. **Extrato de orégano como aditivo em rações de frangos de corte**. 2004. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.



FUINI, M. G. **Utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como alternativa ao uso de antibióticos em rações para frangos de corte.** 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia agrícola). – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LEI, S.; VAN BEEK, G. Influence of activity and dietary energy on broiler performance carcass yield and sensory quality. **British Poultry science**, Cambridge, v. 38, n. 2, p. 183-189, May 1997.

LIMA, G. J. M. M. de; RUTZ, F.; BORGES, S. A.; VIOLA, E. S. Efeito da adição de um composto de ervas naturais como promotor de crescimento em dietas de suínos em crescimento e terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Canoas – RS: La salle, 2001. v. 2, p. 323-324.

LODD, M.; SATO, R. N.; ARIKI, J.; PEDROSO, A. A.; MORAES, V. M. B.; KISHIBE, R. Ação isolada ou combinada de crescimento em rações iniciais de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Recife: SBZ, 2000, 3 p. 1 CD-ROM.

MACHADO, A. M. B. **O composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte.** 2004, 67 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A. Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 38, 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p. 852-853 .

PELICANO, E. R. E.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; OBA, A.; NORKUS, E. A.; KODAWARA, L. M.; LIMA, T. M. A. Rendimento de carcaça e qualidade de carne de peito de frangos alimentados com dietas contendo diferentes princípios ativos de probióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 39., 2002 p. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002, 5 p. 1 CD-ROM.

POLITI, E. S.; MENDES, A. A.; VAROLI, J. C. J.; GONZALES, E.; GARCIA, E. A. Efeito de linhagens e sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 6, p. 187-195, 1994.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para as aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.

SANTOS, E. C. DOS. **Avaliação de aditivos beneficiadores de crescimento alternativos ao uso de antibióticos na alimentação de frangos de corte.** 2003. 200 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, N. DA; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 2001. 317 p.

SONAYA, E. B.; RISTIC, M.; KLEIN, F. W. Effect of environmental temperature, dietary energy, age and sex on broiler carcass portions and palatability. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 31, n. 1, p. 121-128, Mar. 1990.

SOUZA, X. R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional.** 2004. 338 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VARGAS JR, J. G. DE; TOLEDO, R. S.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CARVALHO, D. C. O.; OLIVEIRA, J. E. DE. Uso de probiótico e antibiótico em rações de frango de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 38.; 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. 1 CD-ROM.

WUEST, D. J.; ROYSE, D. J.; BEELMAN, R. B. 1987. **Cultivating edible fungi.** Elsevier Sci. Publ., Amsterdam. 677 p.

## **CAPÍTULO 4**

### **QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO ALIMENTADO COM O COGUMELO *Agaricus blazei***

## 1 RESUMO

GUIMARÃES, João Borges. **Qualidade da carne de peito de frango alimentado com o cogumelo *Agaricus blazei***. Lavras: UFLA. 2006. Cap. 4, p. 99-124. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)\*.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da carne de peito de frango alimentado com ração contendo o cogumelo *Agaricus blazei*. O cogumelo foi produzido no Laboratório de Cogumelos Comestíveis e Medicinais do DBI/UFLA. A condução do experimento foi na granja experimental da EAFI-MG e as análises de qualidade foram realizadas no DCA/UFLA. O experimento foi conduzido com 595 pintos machos da linhagem Ross, estruturado em delineamento inteiramente casualizado, com 7 tratamentos, 5 repetições e 17 aves por unidade experimental; consistindo os tratamentos em: T1 - ração basal (RB) sem cogumelo e sem antibiótico; T2 - RB + 0,04% de resíduo de cogumelo desidratado (RCD); T3 - RB + 0,08% RCD; T4 - RB + 0,12% RCD; T5 - RB + 0,16% RCD; T6 - RB + 0,20% RCD; T7 - controle: RB + antibiótico avilamicina a 10 ppm. Para as análises físico-químicas e composição centesimal, quatro amostras por tratamento foram coletadas aos 21 dias e 42 dias de idade de criação. Foram realizadas análises da cor (sistema CIE-Lab e CIE-Lch), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento/maciez (FC), pH, proteína, gordura, umidade e cinzas. As características que apresentaram diferenças ( $P < 0,05$ ) nas concentrações utilizadas foram: aos 21 dias – cor ( $L^*$ ), PPC, pH e umidade; aos 42 dias – cor ( $L^*$  e  $H^*$ ) e umidade. A luminosidade aos 21 dias variou entre 48,03 a 54,01 e, aos 42 dias, variou entre 44,92 a 50,58. Em média, o pH variou entre 5,95 a 6,1 e os controles 6,1 a 6,3. A umidade variou de 71,92% a 72,95% para os tratamentos com cogumelo e 72,30% a 74,33% para os controles. A inclusão do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos alterou positivamente atributos de qualidade, em carne de peito, como perda de peso por cozimento, pH e luminosidade ( $L^*$ ) dos cortes.

---

\*Comitê Orientador: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias - UFLA (Orientador), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini - UFLA e Profa. Dra. Maria Cristina Bressan – UFLA

## 2 ABSTRACT

GUIMARÃES, João Borges. **Quality of the breast meat of chicken fed the mushroom *Agaricus blazei***. Lavras:UFLA. 2006. Cap. 4, p.99-124. Dissertation (Master in Food Science)\*.

The present study was intended to evaluate the quality of the breast meat of chicken fed ration containing the mushroom *Agaricus blazei*. The mushroom was produced in the Edible and Medicinal Mushroom Laboratory of the DBI/UFLA, the undertaking of the experiment was in the experimental poultry farm of the EAFI-MG and the quality analyses were conducted in the DCA/UFLA. The experiment was conducted on 595 male chicks of the Ross strain, arranged in a completely randomized design with 7 treatments, 5 replicates and 17 birds per experimental unit; the treatments consisting of : T1 – basal ration (BR) without mushrooms and without antibiotics ; T2 – BR + 0.04% of dehydrated mushroom residue (DMR); T3 – BR + 0.08% DMR; T4 – BR + 0.12% DMR; T5 – BR + 0.16% DMR; T6 - BR + 0.20% DMR; T7 – control: BR + antibiotics avilamicin at 10ppm. For the physicochemical analyses and centesimal composition, four samples per treatment were collected at 21 days and 42 days of age of breeding. Analyses of the color (CIE-lab and CIE-Lch system), weight loss by cooking (PPC), sheer force/softness (FC), pH, protein, fat, moisture and ashes. The characteristics which presented differences ( $P < 0.05$ ) at the concentrations used were: at 21 days – color ( $L^*$ ), PPC, pH and moisture; at 42 days – color ( $L^*$  and  $H^*$ ), moisture and pH. Lighting at 21 days ranged between 44.92 to 50.58. On the average, pH ranged between 5.95 to 6.1 and the controls 6.1 to 6.3; moisture ranged from 71.92% to 72.95% for the treatments with the mushroom and 72.30 to 74.33% for the controls. Inclusion of the mushroom *Agaricus blazei* in the chicken diet altered positively the quality attributes of breast meats weight loss by cooking, luminosity and pH.

---

\*Guidance Committee: Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias - UFLA (Adviser), Prof. Dr. Antônio G. Bertechini – UFLA and Prof. Dr. Maria Cristina Bressan - UFLA

### 3 INTRODUÇÃO

Com a industrialização avícola sob condições intensivas de criação, a utilização de aditivos beneficiadores do crescimento, os denominados promotores de crescimento, nas rações animais é imprescindível. Dentre eles, os mais empregados são os antibióticos em dosagens subclínicas.

Por questões comerciais e preocupação com a saúde do homem, vários estudos zootécnicos são realizados no Brasil, com o intuito de encontrar alternativas ao uso dos antibióticos. Assim, o cogumelo *Agaricus blazei*, já utilizado como alimento funcional, poderá, em frangos, contribuir para a eliminação ou a diminuição dos antibióticos. Infelizmente, a grande maioria desses estudos, de buscas alternativas, desconsidera a qualidade da carne produzida, importando-se apenas com dados zootécnicos.

O estudo da qualidade da carne de frango refere-se às propriedades químicas, físicas, nutricionais e microbiológicas associadas à aceitação do consumidor. Atualmente, procuram-se carnes com elevados valores nutricionais e com qualidade pós-abate, representadas, entre outros fatores pela maciez, cor, brilho da superfície do corte, pH, suculência e sabor. Esses aspectos sensoriais oscilam conforme as variações dos constituintes básicos da carne, como umidade, gordura, proteína e sais minerais.

Com base nesses aspectos, este estudo objetivou avaliar parâmetros da qualidade da carne de peito de frango de corte, alimentado com ração contendo o cogumelo *Agaricus blazei*, em substituição ao uso de antibiótico.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local

O experimento foi conduzido nas instalações de avicultura do Setor de Zootecnia da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, Minas Gerais e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Ciências dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

### 4.2 Aves e obtenção das amostras

O experimento total foi constituído de 595 aves, machos da linhagem de frangos de corte Ross e 56 delas foram avaliadas nesta fase, sendo 28 abatidas aos 21 dias de idade e 28, aos 42 dias.

Um programa alimentar foi utilizado com duas rações, sendo uma para a fase inicial do experimento (1 a 21 dias de idade) e uma para a fase final (de 22 a 42 dias de idade), de acordo com a Tabela 10 do capítulo 3.

As rações foram formuladas para atender às necessidades nutricionais dos frangos de corte propostas por Rostagno et al. (2000). Ao componente inerte foram adicionados os resíduos do cogumelo *Agaricus blazei* desidratado e triturado, com o objetivo de substituir o antibiótico na ração como promotor de crescimento.

No pré-abate, as aves foram submetidas a jejum de seis horas, sendo pesadas e processadas segundo os procedimentos normais de abate: sangria, depenagem e evisceração. Os frangos foram divididos em cortes e o corte comercial peito, de cada unidade experimental (4 aves), foi envolvido em papel alumínio, embalado em sacolas plásticas identificadas, acondicionados em caixa

isotérmica com gelo e transportado ao laboratório. No laboratório, os músculos peitorais foram congelados a -20°C, até o momento das análises laboratoriais.

### **4.3 Tratamentos**

Para avaliar a qualidade da carne de peito de frango de corte alimentado com o cogumelo *Agaricus blazei*, foram utilizados os tratamentos:

T1 – ração basal (RB) sem antibiótico e sem cogumelo (controle negativo);

T2 – RB com 0,04% de cogumelo;

T3 – RB com 0,08% de cogumelo;

T4 – RB com 0,12% de cogumelo;

T5 – RB com 0,16% de cogumelo;

T6 – RB com 0,20% de cogumelo;

T7 – RB com antibiótico (0,025%) e sem cogumelo (controle positivo).

### **4.4 Análise estatística**

Para as análises estatísticas de perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), cor, pH e composição centesimal, a condução do experimento foi em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo 7 tratamentos e 4 repetições de uma ave por unidade experimental, totalizando 28 aves aos 21 dias de criação e 28 aves aos 42 dias de criação.

Os dados foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR), desenvolvido por Ferreira (2000). Os contrastes foram avaliados pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade. Em seguida, foi realizada a análise de regressão para os níveis de cogumelos adicionados.



O modelo estatístico adotado para as características de qualidade foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$ : valor observado em aves alimentadas com diferentes tratamentos  $i$ , na repetição  $j$ ;

$\mu$ : média geral do experimento;

$T_i$ : efeito dos tratamentos  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  e  $7$ ;

$e_{ij}$ : erro aleatório associado a todas as observações que, por hipótese, têm distribuição normal com média zero e variância sigma ao quadrado ( $0, \sigma^2$ ), sendo as repetições  $j = 1, 2, 3$  e  $4$ .

#### **4.5 Análises físico-químicas**

As amostras de peito foram analisadas quanto a pH, cor, perda de peso por cozimento, textura (força de cisalhamento), umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas. Para as análises de cor, perda de peso por cozimento e textura, os cortes foram descongelados em câmara de refrigeração por 24 horas e os músculos *pectoralis major* foram separados e identificados.

##### **4.5.1 Determinação de pH**

As determinações de pH foram registradas no peito por penetração do eletrodo de punção e dispositivo calibrador de temperatura no corte peito, com potenciômetro digital (Digimed DM-20), de sensibilidade 0,01 unidade de pH.

#### **4.5.2 Medidas da cor (L\*, a\*, b\*, C e H°)**

A cor foi determinada de acordo com o sistema de cor CIE-Lab/CIE-CH (1976). As leituras dos parâmetros L\*, a\* e b\* foram realizadas com colorímetro (Minolta Chroma Meter – M CR – 300b), calibrado para um padrão branco em ladrilho (Bressan, 1998).

A superfície do corte foi exposta à atmosfera em temperatura ambiente por 20 minutos, seguindo-se três leituras de pontos distintos de cada parte da amostra. Os valores dos parâmetros de cor utilizados nas análises estatísticas foram definidos pela média das leituras feitas nos músculos componentes de cada unidade experimental (Bressan, 1998).

#### **4.5.3 Perda de peso por cozimento (PPC)**

A perda de peso por cozimento (PPC) foi determinada conforme descrição de AMSA (1978). As amostras do músculo *pectoralis major* utilizadas nas leituras de cor foram pesadas em balança semi-analítica, embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa a  $150 \pm 5^\circ\text{C}$ . Após  $35^\circ\text{C}$  de cocção, as amostras foram viradas e mantidas em cozimento até a temperatura interna atingir  $(72 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Em seguida ao cozimento, o papel alumínio foi retirado para resfriamento das amostras em temperatura ambiente por 30 minutos e novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial e final das amostras, convertidas em porcentagem, correspondeu a PPC.

#### **4.5.4 Força de cisalhamento (FC)**

As amostras cozidas para a determinação da PPC foram preparadas para a avaliação da maciez. As amostras cozidas foram cortadas em pedaços no

sentido longitudinal das fibras musculares, conforme metodologia de Froning & Uijttenboogarte (1988).

Após preparação, as amostras foram seccionadas em duas posições no sentido transversal das fibras musculares, utilizando texturômetro TA XT-5 com probe Warner Bratzler acoplada, calibrado para velocidade de corte de  $2\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ , velocidade de retorno de  $5\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ , sensibilidade de  $0,250\text{N}$  e unidade  $\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$ . O valor médio dos dados obtidos das análises de cada unidade experimental foi utilizado na análise estatística.

#### **4.5.5 Composição centesimal**

Para as determinações de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas foram utilizadas triplicatas.

O teor de umidade foi determinado pela desidratação, em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, de 10 gramas de amostra triturada em cápsula de porcelana. A umidade foi determinada pelas médias das diferenças de pesos antes e depois da secagem; e convertidas em porcentagem, de acordo com a AOAC (1990).

As amostras secas na determinação de umidade foram empregadas para extração dos lipídeos com éter etílico em aparelho tipo soxhlet em refluxo por oito horas. O teor de extrato etéreo foi calculado pela diferença de peso do reboiler pesado antes e depois do refluxo, após evaporação do extrator; e relacionado com o peso da amostra úmida empregada na determinação da umidade, seguindo a metodologia da AOAC (1990).

Os valores de proteína foram determinados pela análise do nitrogênio total, de acordo com o método de Kjeldahl, pela digestão de 0,1 grama de amostra em ácido sulfúrico a  $350^{\circ}\text{C}$ , destilação em presença de ácido bórico e hidróxido de sódio, e posterior titulação com ácido clorídrico  $0,1\text{N}$ . O fator de multiplicação adotado foi 6,25 e a metodologia seguiu Silva (1981).

A quantidade de resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinada pela incineração de 1,5 grama de amostra, em mufla a 550°C, por 12 horas. Antes de serem incineradas, as amostras foram pesadas em cadinhos de massa conhecida e carbonizadas em chama protegida por tela de amianto, até não se verificar mais o desprendimento de fumaça. A quantidade de cinzas na amostra foi calculada pela média das diferenças de pesos antes e depois da utilização da mufla, relacionadas com o peso da amostra. A metodologia utilizada seguiu as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Declínio do pH *post-mortem*, perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC)

As médias dos valores obtidos para pH, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC), aos 21 e 42 dias de idade das aves, no músculo *pectoralis major* estão nas Tabelas 16 e 17, respectivamente.

Efeitos significativos ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre o pH ocorreram aos 21 dias de idade. Em média, o pH dos tratamentos com cogumelo variou entre 5,95 a 6,06 e os controles 6,08 a 6,29. O cogumelo utilizado nas rações proporcionou valores de pH menores que o controle com antibiótico aos 21 dias.

Na transformação do músculo em carne, adota-se o pH 5,9 como indicativo da instalação do *rigor mortis*, uma fase bioquímica que, na carne, determina a instabilidade das membranas celulares e a conseqüente ação das enzimas catepsinas, responsáveis parcialmente pela maciez da carne (Forrest et al., 1979). Almeida et al. (2002) trabalharam com um plantel de 2.000 pintos da linhagem Ross e verificaram um pH médio de 5,96 para aves abatidas aos 42 dias de idade. O valor médio de pH igual a 5,96 dos tratamentos com cogumelo, no presente trabalho, é semelhante ao valor encontrado por Denadai et al. (2002), de 5,92, quando o autor criou 600 frangos machos da linhagem Ross, até os 42 dias de idade. Diante da leitura feita, os dados obtidos neste experimento concordam com os encontrados na literatura para frangos de corte da linhagem Ross e a porcentagem 0,20% de cogumelo foi a mais efetiva nos tratamentos na redução do pH.

Efeito altamente significativo ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre a perda de água por cozimento (PPC) foi verificado aos 21 dias de idade das aves (Tabela 16). Os tratamentos com quantidades mais elevadas de cogumelo (T5 e

T6) foram semelhantes ao controle positivo com antibiótico e menos elevados que o tratamento basal (T1).

**TABELA 16** Médias com seus respectivos desvios-padrão para pH, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de peito das aves aos 21 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

Tratamentos	pH	PPC (%)	FC* (kgf.cm <sup>-2</sup> )
Controle negativo <sup>1</sup>	6,09 <sup>ab</sup> ± 0,10	34,77 <sup>a</sup> ± 2,87	2,65 ± 0,75
Controle positivo <sup>2</sup>	6,14 <sup>a</sup> ± 0,03	23,47 <sup>b</sup> ± 1,68	2,53 ± 0,36
Cogumelo 0,04%	5,94 <sup>dc</sup> ± 0,02	34,49 <sup>a</sup> ± 0,98	2,68 ± 0,63
Cogumelo 0,08%	5,88 <sup>e</sup> ± 0,02	34,78 <sup>a</sup> ± 0,64	2,72 ± 0,62
Cogumelo 0,12%	6,05 <sup>bc</sup> ± 0,01	29,93 <sup>ac</sup> ± 5,44	2,41 ± 0,25
Cogumelo 0,16%	6,00 <sup>cd</sup> ± 0,05	27,67 <sup>bc</sup> ± 3,26	2,28 ± 0,47
Cogumelo 0,20%	5,91 <sup>e</sup> ± 0,01	25,48 <sup>bc</sup> ± 2,81	2,63 ± 0,10
CV (%)	2,45	9,77	19,67

\*Efeito não significativo pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

Esta diferença estatística não se verificou aos 42 dias de idade, com valor médio para PPC de 15,75%. Os valores de PPC podem reduzir com o aumento da idade, devido ao aumento de pH (Souza, 2001) e pelo aumento da gordura (Bonagurio, 2001) que protege a carcaça dos efeitos negativos da baixa temperatura de resfriamento-congelamento e, conseqüentemente, protege contra a perda excessiva de água pela formação de cristais de gelo dentro das células.

**TABELA 17** Médias com seus respectivos desvios-padrão para pH, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de peito das aves aos 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>pH*</b>	<b>PPC* (%)</b>	<b>FC* (kgf.cm<sup>-2</sup>)</b>
Controle negativo <sup>1</sup>	6,08 ± 0,17	16,14 ± 1,42	2,49 ± 0,65
Controle positivo <sup>2</sup>	6,29 ± 0,11	17,51 ± 7,38	2,57 ± 0,75
Cogumelo 0,04%	6,03 ± 0,12	15,72 ± 2,69	2,93 ± 0,85
Cogumelo 0,08%	6,10 ± 0,20	16,48 ± 2,03	2,73 ± 0,89
Cogumelo 0,12%	6,11 ± 0,15	15,46 ± 3,25	2,55 ± 0,17
Cogumelo 0,16%	6,02 ± 0,18	14,74 ± 6,92	2,25 ± 0,55
Cogumelo 0,20%	6,02 ± 0,04	16,36 ± 5,58	3,02 ± 0,58
CV (%)	2,45	29,54	25,33

\* Efeito não significativo pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

Na literatura verificam-se valores mais elevados para PPC, em carne de peito de frango de corte, encontrados por diversos autores (Bressan, 1998; Almeida et al., 2002), variando entre 21,66% a 29,03%, e verifica-se valor semelhante para frangos da linhagem Ross, como Denadai et al. (2002), os quais encontraram 18,22%.

Neste experimento não foi observado nenhum efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos com cogumelo sobre a força de cisalhamento (FC) - textura da carne, analisando-se as amostras aos 21 e 42 dias de idade das aves, de acordo com as Tabelas 16 e 17, respectivamente. Os dados obtidos nos dois períodos analisados foram inferiores a 3,02 kgf.cm<sup>-2</sup>. Bickerrstaffe et al. (1997) estabeleceram que a carne é considerada macia quando apresenta valores de FC até 8,00 kgf.cm<sup>-2</sup>. Com base nesse critério, a carne de peito de frango analisada foi considerada macia.

### 3.2 Cor (L\*, a\*, b\*, C e H°)

Os dados obtidos para os componentes da cor para a carne de peito encontram-se nas Tabelas 18, 19 e 20.

Para o índice de luminosidade (L\*) foi observado efeito dos tratamentos ( $P < 0,01$ ) aos 21 dias de idade das aves e diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para o parâmetro L\* e o ângulo (H°) no espaço de cor CIELab, aos 42 dias de criação.

**TABELA 18** Médias com seus respectivos desvios-padrão para luminosidade (L\*), croma (C) e ângulo H° em carne de peito das aves aos 21 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

Tratamentos	L*	C <sup>#</sup>	H° <sup>#</sup>
Controle negativo <sup>1</sup>	47,50 <sup>b</sup> ± 3,11	8,81 ± 1,87	69,76 ± 5,54
Controle positivo <sup>2</sup>	51,75 <sup>ab</sup> ± 3,50	8,76 ± 2,10	65,56 ± 5,48
Cogumelo 0,04%	50,50 <sup>ab</sup> ± 1,29	8,32 ± 1,15	69,08 ± 3,62
Cogumelo 0,08%	53,50 <sup>a</sup> ± 0,58	9,48 ± 1,39	72,49 ± 8,25
Cogumelo 0,12%	48,00 <sup>b</sup> ± 1,41	9,06 ± 0,92	62,02 ± 1,66
Cogumelo 0,16%	50,00 <sup>ab</sup> ± 0,82	8,65 ± 1,68	64,66 ± 6,24
Cogumelo 0,20%	51,50 <sup>a b</sup> ± 1,29	7,83 ± 1,49	63,29 ± 2,37
CV (%)	3,99	17,94	7,80

<sup>#</sup> Efeito não significativo pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo. <sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico.

Aos 21 dias de criação das aves, a luminosidade entre os tratamentos com cogumelo e antibiótico foi semelhante e mais elevada que o tratamento basal sem cogumelo e sem antibiótico, proporcionando um corte mais claro.



**TABELA 19** Médias com seus respectivos desvios-padrão para luminosidade (L\*), croma (C) e ângulo H° em carne de peito das aves aos 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>L*</b>	<b>C<sup>#</sup></b>	<b>H°<sup>#</sup></b>
Controle negativo <sup>1</sup>	50,59 <sup>a</sup> ± 4,18	7,98 ± 0,47	62,08 ± 5,94
Controle positivo <sup>2</sup>	44,92 <sup>b</sup> ± 1,69	6,52 ± 0,59	62,59 ± 6,67
Cogumelo 0,04%	44,61 <sup>b</sup> ± 1,13	6,57 ± 0,33	49,76 ± 3,17
Cogumelo 0,08%	48,53 <sup>ab</sup> ± 1,63	8,14 ± 0,99	67,66 ± 8,44
Cogumelo 0,12%	47,17 <sup>ab</sup> ± 1,98	6,67 ± 1,57	66,23 ± 8,32
Cogumelo 0,16%	48,22 <sup>ab</sup> ± 1,91	7,35 ± 1,15	56,15 ± 12,27
Cogumelo 0,20%	49,77 <sup>a</sup> ± 1,40	6,52 ± 0,80	67,28 ± 5,04
CV (%)	4,61	13,12	12,35

<sup>#</sup> Efeito não significativo pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa (P > 0,05).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de SNK a 5% de probabilidade

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

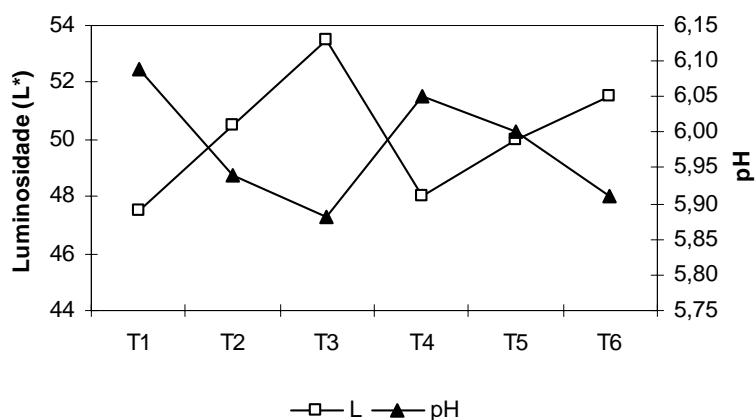
<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

O tratamento basal apresentou, aos 42 dias de idade das aves, um valor médio mais elevado, diferente estatisticamente dos outros tratamentos, para o parâmetro luminosidade. Ao comparar os valores encontrados aos 21 e 42 dias, observa-se que o tratamento basal foi o único em que a luminosidade (L\*) não decresceu com a idade das aves. Ele manteve uma umidade elevada e, com isso, uma maior luminosidade.

Na literatura verifica-se que o aumento de peso das aves, de 21 para 42 dias de idade, diminui a luminosidade devido aos acréscimos nos valores de pH (Bonagúrio, 2001; Prado, 1999; Souza, 2004). Neste experimento, somente o tratamento basal não apresentou tal padrão; o pH permaneceu constante e a luminosidade aumentou. Segundo Junqueira (2003), a luminosidade em carnes pode ser afetada por diferentes fatores, tais como: composição química (Souza,

2001), percentual de umidade (Bonagurio, 2001), sexo (Oda, 2002), espécie (Rodrigues, 2002), manejo e idade ao abate (Bressan & Beraquet, 2002) e pH final.

Qiao et al. (2001) também encontraram correlação negativa entre a luminosidade da carne de peito e o pH final. No presente trabalho, a correlação negativa ficou bem evidente aos 21 dias de idade: houve uma correlação negativa (-0,96) entre o pH e a luminosidade, como mostrado na Figura 13, exceto para o Tratamento 5, de melhor desempenho zootécnico.



**FIGURA 13** Correlação entre a luminosidade (L\*) e o pH em carne de peito das aves aos 21 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

Aos 21 e aos 42 dias de idade das aves, a análise de variância não demonstrou efeito significativo dos tratamentos sobre os parâmetros a\*, b\*, C e H°, conforme as Tabelas 18, 19 e 20. Para o índice a\* (teor de vermelho), aos 21 dias, foi 3,84, e 3,72, aos 42 dias; para o índice b\* (teor de amarelo), aos 21 dias,

foi 8,23 e 6,57, aos 42 dias; para o índice C, foi 8,67 aos 21 dias e 7,05, aos 42 dias e para o índice H°, foi 66,31, aos 21 dias e 61,42, aos 42 dias de criação.

**TABELA 20** Médias com seus respectivos desvios-padrão para teor de vermelho (a\*) e teor de amarelo (b\*) em carne de peito das aves aos 21 e 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

Tratamentos	a* – 21dias	b* – 21 dias	a* – 42 dias	b* – 42 dias
Controle negativo <sup>1</sup>	3,41 ± 0,89	8,18 ± 0,30	4,16 ± 0,89	7,39 ± 0,35
Controle positivo <sup>2</sup>	4,03 ± 0,79	9,43 ± 0,55	3,68 ± 0,82	6,16 ± 0,66
Cogumelo 0,04%	3,91 ± 0,85	8,26 ± 1,01	4,72 ± 0,83	5,32 ± 0,21
Cogumelo 0,08%	3,37 ± 1,11	9,22 ± 0,67	3,50 ± 0,85	7,76 ± 1,42
Cogumelo 0,12%	4,68 ± 0,32	8,46 ± 1,41	3,36 ± 1,78	6,47 ± 1,28
Cogumelo 0,16%	3,30 ± 1,42	8,15 ± 0,53	4,34 ± 1,28	6,62 ± 1,03
Cogumelo 0,20%	3,94 ± 0,73	7,05 ± 0,34	2,70 ± 0,53	6,70 ± 0,96
CV (%)	40,38	18,38	28,19	14,26

\* Efeito não significativo pelo teste de SNK, em relação ao controle positivo e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

Na literatura encontram-se valores menos elevados para a\*, como 2,84 (Smith et al., 2002) e valores mais elevados como a faixa de 3,91 a 5,25 (Souza, 2004); para b\*, os valores variam de 2,79 a 6,01 (Smith et al., 2002) e 8,78 a 9,87 (Qiao et al. 2001).

### 5.3 Composição centesimal

Os valores médios obtidos para proteína, umidade, extrato etéreo e cinzas encontram-se nas Tabelas 21 e 22 . A análise de variância, aos 21 e 42 dias de idade, não demonstrou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos com cogumelo sobre os dados encontrados para os parâmetros da composição

centesimal da carne de peito, com exceção da umidade aos 42 dias, que apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

Neste experimento, os valores médios encontrados para proteína ficaram na faixa de 21,76% a 21,89% para os tratamentos e 21,76% a 21,78% para os controles; para umidade, foram encontrados 71,92% a 72,95% para os tratamentos e 72,53% a 73,70% para os controles; para extrato etéreo, foram encontrados 1,01% a 1,02% para os tratamentos e 1,00% a 1,03% para os controles e, para cinzas, foram encontrados 1,02% a 1,27% para os tratamentos e 1,00% a 1,04% para os controles.

**TABELA 21** Médias com seus respectivos desvios-padrão para proteína, umidade, extrato etéreo (E. E.) e cinzas em carne de peito das aves aos 21 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Proteína*(%)	Umidade* (%)	E. E.* (%)	Cinzas* (%)
Controle negativo <sup>1</sup>	21,72 ± 0,49	72,27 ± 0,77	1,00 ± 0,09	1,02 ± 0,14
Controle positivo <sup>2</sup>	21,83 ± 0,41	72,80 ± 0,24	1,06 ± 0,13	0,97 ± 0,07
Cogumelo 0,04%	21,63 ± 0,08	72,25 ± 0,67	1,04 ± 0,12	0,96 ± 0,04
Cogumelo 0,08%	21,70 ± 0,19	71,87 ± 0,56	0,93 ± 0,04	1,04 ± 0,05
Cogumelo 0,12%	21,94 ± 0,31	71,62 ± 0,44	1,03 ± 0,14	1,03 ± 0,15
Cogumelo 0,16%	21,92 ± 0,43	71,76 ± 0,32	1,03 ± 0,04	1,08 ± 0,17
Cogumelo 0,20%	21,61 ± 0,19	72,09 ± 0,53	1,02 ± 0,09	0,97 ± 0,06
CV (%)	1,52	0,68	9,83	10,85

\* Efeito não significativo pelo teste de SNK, e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

Os tratamentos realizados não foram capazes de distinguir vantagens da utilização do cogumelo na ração, com relação à composição centesimal. Mesmo o tratamento basal sem aditivos apresentou a mesma faixa de variação.

Na literatura, verificam-se valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Souza (2004) encontrou 22,49% para proteína, 0,90% para extrato etéreo, 0,96% para cinzas e 75,57% para umidade; Abeni & Bergoglio, (2001) encontraram 21,70% para proteína e Castellini et al. (2002) encontraram 1,20% para teores de cinzas, 73,05% para umidade e 2,47% para extrato etéreo.

**TABELA 22** Médias com seus respectivos desvios-padrão para proteína, umidade, extrato etéreo (E. E.) e cinzas da carne de peito das aves aos 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>Proteína*(%)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>E. E.* (%)</b>	<b>Cinzas* (%)</b>
Controle negativo <sup>1</sup>	21,66 ± 0,76	73,07 <sup>b</sup> ± 0,30	0,98 ± 0,04	1,09 ± 0,15
Controle positivo <sup>2</sup>	21,85 ± 0,74	74,33 <sup>a</sup> ± 0,55	1,02 ± 0,05	0,98 ± 0,14
Cogumelo 0,04%	22,23 ± 0,71	72,82 <sup>b</sup> ± 1,01	1,00 ± 0,05	1,16 ± 0,26
Cogumelo 0,08%	21,24 ± 0,79	73,16 <sup>b</sup> ± 0,67	1,04 ± 0,11	1,05 ± 0,28
Cogumelo 0,12%	21,82 ± 0,52	73,85 <sup>a</sup> ± 1,41	1,07 ± 0,12	1,01 ± 0,06
Cogumelo 0,16%	21,92 ± 0,32	73,01 <sup>b</sup> ± 0,53	0,99 ± 0,10	1,98 ± 0,14
Cogumelo 0,20%	22,23 ± 0,42	71,93 <sup>c</sup> ± 0,34	1,01 ± 0,08	1,13 ± 0,16
CV (%)	2,90	1,07	8,29	17,23

\* Efeito não significativo pelo teste de SNK e análise de regressão para os níveis não significativa ( $P > 0,05$ ).

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

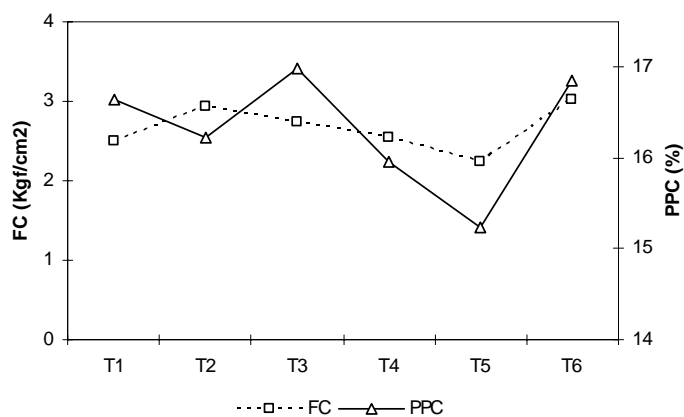
<sup>1</sup> Controle negativo: ração basal sem antibiótico e cogumelo.

<sup>2</sup> Controle positivo: ração basal com antibiótico

#### 5.4 Correlações

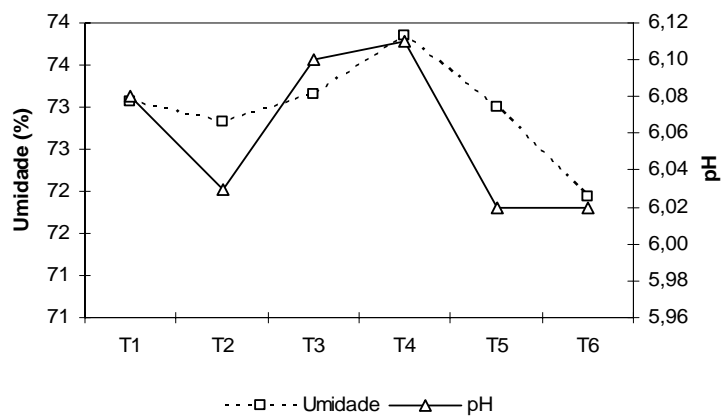
A perda de peso por cozimento (PPC) é uma das metodologias para medir a capacidade de retenção de água (CRA) pela carne. É uma medida de grande importância, pois pode influenciar algumas características de qualidade, como cor, força de cisalhamento e suculência. A perda de peso por cozimento

(PPC) correlacionou-se positivamente com a força de cisalhamento (FC), com o índice 0,68, como demonstrado na Figura 14 e o tratamento com melhor índice zootécnico (T5) apresentou valores médios menos elevados que os demais, para os dois parâmetros correlacionados. Os valores elevados para PPC implicam numa carne mais resistente ao corte.



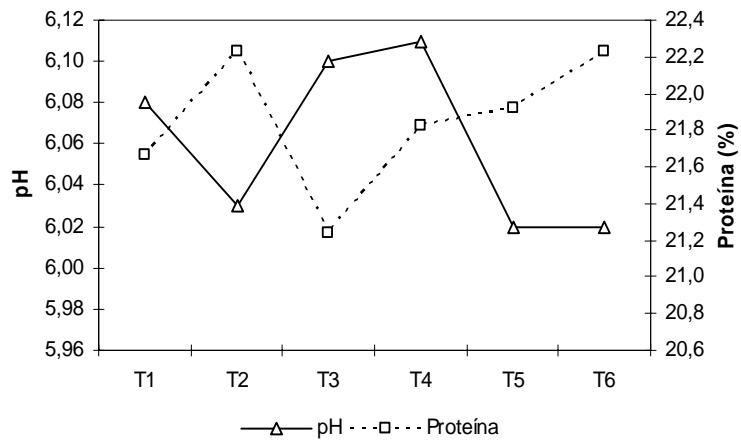
**FIGURA 14** Correlação entre o FC e PPC em carne de peito das aves aos 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

Aos 42 dias, existiu uma correlação positiva entre o pH e a umidade (Figura 15). Esse resultado é contrastante com o de Pardi (1993), no qual os maiores valores de pH estão associados com os menores valores de PPC. A menor perda de umidade pelo músculo implicou numa menor força para o corte destes e, conseqüentemente, maior maciez da carne.

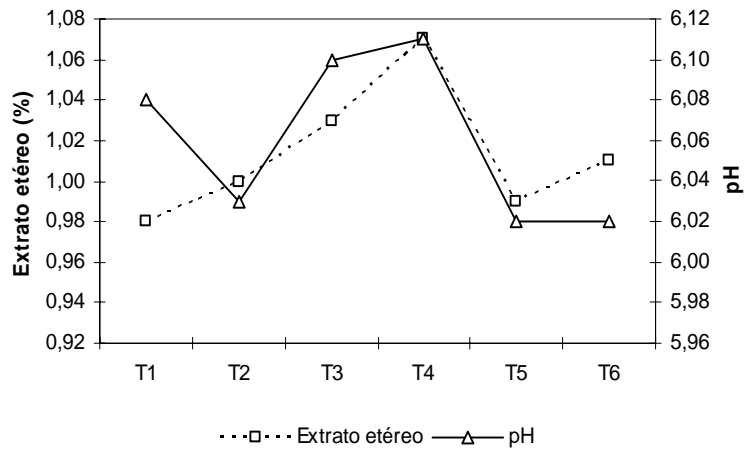


**FIGURA 15** Correlação entre o pH e umidade em carne de peito das aves aos 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.

O pH correlacionou-se negativamente com a proteína (-0,76) e apresentou correlação positiva com extrato etéreo, E.E.(0,63). Principalmente onde houve um maior consumo de cogumelo, existiu decréscimo de pH, decréscimo de lipídeo e aumento de proteína. Essas correlações podem ser observadas nas Figuras 16 e 17.



**FIGURA 16** Correlação entre o pH e proteína, em carne de peito das aves, aos 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais.



**FIGURA 17** Correlação entre o pH e extrato etéreo, em carne de peito das aves, aos 42 dias de idade, em função dos tratamentos experimentais



## 6 CONCLUSÕES

A adição do cogumelo *Agaricus blazei* à ração de frangos de corte alterou positivamente os atributos de qualidade da carne de peito de frango, como a perda de peso por cozimento (PPC), a luminosidade (L\*) e o pH.

As aves que receberam 0,16% de cogumelo na ração apresentaram menor perda de peso por cozimento (PPC) e menor força de cisalhamento, aos 42 dias de idade.

Com o aumento do peso das aves, de 21 para 42 dias, houve diminuição da luminosidade, provocada pelos acréscimos dos valores de pH.

Nos tratamentos com maior consumo de cogumelo houve decréscimo de pH e de lipídeo e aumento de proteína.

A composição centesimal, a maciez e os teores de vermelho e amarelo dos cortes de peito da carne de frango analisada não receberam influência dos tratamentos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENI, F.; BERGOGLIO, G. Characterization of different strains of broiler chicken by carcass measurements, chemical and physical parameters and NIRS on breast muscle. **Meat Science**, Amsterdam, v. 54, n. 2, p. 133-137, Feb. 2001.

ALMEIDA, J. C. L.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S.; MOREIRA, J.; GARCIA, E. A.. Efeito do nível de lisina da dieta e do sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frango de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 11-18, Jan. 2002.

AMSA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: AMSA, 1978.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists** – 15 ed. Arlington, AOAC. 1990.

BICKERSTAFFE, R.; LE COUTER, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in new Zealand retail meat. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Anais ...** Auckland: I COMST, 100 p.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros santa inês puros e mestiços com texel abatidos em diferentes pesos**. 2001. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. **Efeitos de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeitos de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1049-1059, set./out. 2002.

CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 219-225, Mar. 2002.

DENADAI, J. C.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA, I. C. L.; MOREIRA, J.; TAKITA, T. S.; PAVAN, A. C.; GARCIA, E. A. 2002. Efeito da

duração do período de jejum pré-abate sobre rendimento de carcaça e a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 101-109, Mai. – Ago. 2002.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análise de variância para dados balanceados**: program de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4,3. Lavras: UFLA / DEX, 2000.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciência de la carne**. Tradução Bernabé Sanz Perez. Zaragoza: Acriba, 1979. 364 p.

FRONING, G. W.; UIJTENBOOGAART, T. G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking loses of hold and cold deboned chicken broiler breastmeat. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 11, p. 1536-1544, Nov. 1988.

JUNQUEIRA, A. C. A. **Avaliação de um sistema de caracterização de eqüinos (*equus caballus*) para o abate através do peso de carcaça e os qualitativos da carne**. 2003. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985, v.1, 533 p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M.. **Princípios de bioquímica**. 3 ed. São Paulo: Sarver, 2002. 975 p.

ODA, S. H. I. **Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrichaeis hydrochaeris* L. 1766)**. 2002. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia de obtenção e transformação**. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico da Universidade Federal de Goiás, 1993. 586 p.

PRADO, O. V. **Qualidade de carne de cordeiros santa inês e bergamácia abatidos em diferentes pesos**. 1999. 109 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PRÄNDAL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J. **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza: Acriba, 1994. 200 p.

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P.; NORTHCUTT, J. K. The effect of broiler breast meat color, pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p. 676-680, May, 2001.

RODRIGUES, T. P.; DA SILVA, T. J. P.; CARVALHO, E. C. Q.; TUNALA, V.; PAULINO, F. O. Caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de equinos e maciez da carne. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, n. 18, 2002, **Anais...** Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para as aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos**. Viçosa, UFV, Imprensa universitária, 1981. 166 p.

SMITH, D. P.; LYON, C. E.; LYON, B. G. The effect of dietary carbohydrate source and feed withdrawal on broiler breast fillet color. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 1584-1588, Oct. 2002.

SOUZA, X. R.; **Efeitos de grupos genéticos, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento**. 2001. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, X. R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. 2004. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

## ANEXOS

ANEXO A	Página
<b>TABELA A1</b> Resumo da análise de variância dos meios de cultura NPK7, NPK9, MBA, MVS, MBC e BDA em função do desenvolvimento micelial em mg/dia e mm/dia.....	128
<b>TABELA A2</b> Resumo da análise de variância do meio de cultura NPK em função do desenvolvimento micelial (mg/dia) em vários pH, a 28 °C.....	128
<b>TABELA A3</b> Resumo da análise de variância do isolado <i>Agaricus blazei</i> em cultura submersa de 7, 14 e 21 dias.....	129
<b>TABELA A4</b> Resumo da análise de variância das concentrações de glicose obtidas por HPLC, de isolado <i>Agaricus blazei</i> em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.....	129
<b>TABELA A5</b> Resumo da análise de variância das concentrações de glicose obtidas por HPLC, de isolado <i>Agaricus blazei</i> em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.....	130
<b>TABELA A6</b> Resumo da análise de variância das concentrações de frutose por HPLC, de isolado <i>Agaricus blazei</i> em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.....	131
<b>TABELA A7</b> Resumo da análise de variância das concentrações de sacarose por HPLC, de isolado <i>Agaricus blazei</i> em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.....	132

<b>TABELA B1</b>	Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) no período de 1 a 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	133
<b>TABELA B2</b>	Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) no período de 22 a 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	133
<b>TABELA B3</b>	Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) no período de 1 a 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	134
<b>TABELA B4</b>	Resumo da análise de variância do rendimento de carcaça, rendimento de peito e acúmulo de gordura abdominal aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	134
<b>TABELA B5</b>	Resumo da análise de variância da bursa de Fabricius e baço aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	135

<b>TABELA 1</b>	Resumo da análise de variância de proteína, umidade, extrato etéreo (E.E.) e cinzas aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	136
<b>TABELA C2</b>	Resumo da análise de variância do pH, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	137
<b>TABELA C3</b>	Resumo da análise de variância da luminosidade (L*), croma (C) e ângulo (H°) aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	137
<b>TABELA C4</b>	Resumo da análise de variância do teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	138
<b>TABELA C5</b>	Resumo da análise de variância dos meios de cultura de elevado desenvolvimento micelial (mg/dia) proteína, umidade, extrato etéreo (E.E.) e cinzas aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	138
<b>TABELA C6</b>	Resumo da análise de variância do pH, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	139
<b>TABELA C7</b>	Resumo da análise de variância da luminosidade (L*), croma (C) e ângulo (H°) aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	139
<b>TABELA C8</b>	Resumo da análise de variância do teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.....	140

## ANEXO A

**TABELA A1** Resumo da análise de variância dos meios de cultura NPK7, NPK9, MBA, MVS, MBC e BDA, em função do desenvolvimento micelial em mg/dia e mm/dia.

<b>Massa micelial - CV (%) = 15,13</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Meios	5	88,821443	36,747	0,0000
Erro	24	2,417122		
<b>Diâmetro micelial - CV (%) = 7,82</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Meios	5	40,165931	165,115	0,0000
Erro	24	0,243260		

**TABELA A2** Resumo da análise de variância do meio de cultura NPK, em função do desenvolvimento micelial (mg/dia) em vários pH, a 28°C.

<b>Massa micelial - CV (%) = 16,29</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Meios	6	10,91939	2,507	0,0455
Erro	28	121,960120		



**TABELA A3** Resumo da análise de variância do isolado *Agaricus blazei* em cultura submersa de 7, 14 e 21 dias.

<b>Massa micelial – 7 dias - CV (%) = 21,60</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	1429,1485	11,074	0,0003
Erro	16	129,054625		
<b>Massa micelial – 14 dias - CV (%) = 27,93</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	3519,6545	10,314	0,0003
Erro	16	341,25575		
<b>Massa micelial – 21 dias - CV (%) = 14,40</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	4630,562087	49,783	0,0000
Erro	16	93,014995		

**TABELA A4** Resumo da análise de variância das concentrações de glicose obtidas por HPLC, de isolado *Agaricus blazei* em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.

<b>Glicose 0 dia – CV (%) = 10,12</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	207,475225	575,798	0,0000
Erro	16	0,360327		
<b>Glicose 7 dias – CV (%) = 4,22</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	119,249448	3116,512	0,0000
Erro	16	0,038264		
<b>Glicose 14 dias – CV (%) = 32,61</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	73,154667	53,767	0,0000
Erro	16	1,360596		
<b>Glicose 21 dias CV (%) = 28,72</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	48,284742	69,393	0,0000
Erro	16	0,695818		

**TABELA A5** Resumo da análise de variância das concentrações de glicose obtidas por HPLC, de isolado *Agaricus blazei* em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.

<b>Glicose 0 dia – CV (%) = 10,12</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	207,475225	575,798	0,0000
Erro	16	0,360327		
<b>Glicose 7 dias – CV (%) = 4,22</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	119,249448	3116,512	0,0000
Erro	16	0,038264		
<b>Glicose 14 dias – CV (%) = 32,61</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	73,154667	53,767	0,0000
Erro	16	1,360596		
<b>Glicose 21 dias CV (%) = 28,72</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	48,284742	69,393	0,0000
Erro	16	0,695818		

**TABELA A6** Resumo da análise de variância das concentrações de frutose por HPLC, de isolado *Agaricus blazei* em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.

<b>Frutose 0 dia – CV (%) = 7,44</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	100,565079	2672,252	0,0000
Erro	16	0,037633		
<b>Frutose 7 dias – CV (%) = 10,91</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	93,257562	1244,090	0,0000
Erro	16	0,074960		
<b>Frutose 14 dias – CV (%) = 3,15</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	80,778632	15677,906	0,0000
Erro	16	0,005152		
<b>Frutose 21 dias CV (%) = 8,77</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	48,944503	2002,075	0,0000
Erro	16	0,024447		

**TABELA A7** Resumo da análise de variância das concentrações de sacarose por HPLC, de isolado *Agaricus blazei* em cultivo submerso, pH 6,5 e 28°C.

<b>Sacarose 0 dia – CV (%) = 8,73</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	112,336374	303,122	0,0000
Erro	16	0,370598		
<b>Sacarose 7 dias – CV (%) = 9,17</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	104,456437	306,642	0,0000
Erro	16	0,340646		
<b>Sacarose 14 dias – CV (%) = 10,96</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	78,193381	212,160	0,0000
Erro	16	0,368558		
<b>Sacarose 21 dias – CV (%) = 12,57</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	3	59,914062	171,735	0,0000
Erro	16	0,348875		

## ANEXO B

**TABELA B1** Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), no período de 1 a 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Ganho de peso - CV (%) = 3,84</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	377,615078	0,637	0,6994
Erro	28	592,507997		
<b>Consumo de ração - CV (%) = 1,94</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	1716,432411	4,919	0,0015
Erro	28	348,923607		
<b>Conversão alimentar - CV (%) = 3,97</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,007892	2,163	0,0772
Erro	28	0,003649		

**TABELA B2** Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) no período de 22 a 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Ganho de peso - CV (%) = 6,83</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	44083,743280	2,615	0,0586
Erro	28	16855,662306		
<b>Consumo de ração - CV (%) = 5,41</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	40128,132453	0,964	0,4674
Erro	28	41643,224103		
<b>Conversão alimentar - CV (%) = 8,93</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,052839	1,663	0,1672
Erro	28	0,031773		

**TABELA B3** Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) no período de 1 a 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Ganho de peso - CV (%) = 4,56</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	43416,350860	3,084	0,0191
Erro	28	14075,814779		
<b>Consumo de ração - CV (%) = 3,21</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	25690,901858	1,163	0,3538
Erro	28	22094,767794		
<b>Conversão alimentar - CV (%) = 4,56</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,023923	2,344	0,0584
Erro	28	0,010206		

**TABELA B4** Resumo da análise de variância do rendimento de carcaça, rendimento de peito e acúmulo de gordura abdominal aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Carcaça - CV (%) = 6,00</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	4,400286	0,237	0,9606
Erro	28	18,563857		
<b>Peito - CV (%) = 4,27</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	2,638286	1,539	0,2023
Erro	28	1,714714		
<b>Gordura - CV (%) = 30,04</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,166398	1,269	0,3031
Erro	28	0,131124		

**TABELA B5** Resumo da análise de variância da bursa de Fabricius e baço aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Bursa - CV (%) = 6,32</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,014048	58,444	0,0000
Erro	28	0,000240		
<b>Baço - CV (%) = 6,71</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,003875	49,456	0,0000
Erro	28	0,000078		

## ANEXO C

**TABELA C1** Resumo da análise de variância de proteína, umidade, extrato etéreo (E.E.) e cinzas, aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Proteína - CV (%) = 1,52</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,070845	0,647	0,6916
Erro	21	0,109414		
<b>Umidade - CV (%) = 0,68</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,624445	2,599	0,0482
Erro	21	0,240249		
<b>E. E. - CV (%) = 9,83</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,007489	0,753	0,6138
Erro	21	0,009940		
<b>Cinzas - CV (%) = 10,85</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,008115	0,675	0,6714
Erro	21	0,012027		



**TABELA C2** Resumo da análise de variância do pH, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>pH - CV (%) = 2,45</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,035408	1,588	0,1999
Erro	21	0,022299		
<b>PPC - CV (%) = 9,77</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	89,553074	10,355	0,0000
Erro	21	8,648019		
<b>FC - CV (%) = 19,67</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,101137	0,400	0,8708
Erro	21	0,253045		

**TABELA C3** Resumo da análise de variância da luminosidade (L\*), croma (C) e ângulo (H°) aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>L* - CV (%) = 3,97</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	17,308637	4,218	0,0061
Erro	21	4,103270		
<b>C - CV (%) = 17,94</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	1,095290	0,449	0,8372
Erro	21	2,436962		
<b>H° - CV (%) = 7,80</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	58,340437	2,158	0,0889
Erro	21	27,029136		

**TABELA C4** Resumo da análise de variância do teor de vermelho (a\*) e teor de amarelo (b\*), aos 21 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>a* - CV (%) = 40,38</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,733229	0,289	0,9356
Erro	21	2,538158		
<b>b* - CV (%) = 18,38</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	1,572956	0,650	0,6895
Erro	21	2,418518		

**TABELA C5** Resumo da análise de variância dos meios de cultura de elevado desenvolvimento micelial (mg/dia) proteína, umidade, extrato etéreo (E.E.) e cinzas aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>Proteína - CV (%) = 2,90</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,463195	1,155	0,3667
Erro	21	0,401101		
<b>Umidade - CV (%) = 1,07</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	2,334790	3,841	0,0096
Erro	21	0,607833		
<b>E. E. - CV (%) = 8,29</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,003529	0,498	0,8030
Erro	21	0,007092		
<b>Cinzas - CV (%) = 17,23</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,020024	0,605	0,7233
Erro	21	0,033092		

**TABELA C6** Resumo da análise de variância do pH, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>pH - CV (%) = 2,45</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,035408	1,588	0,1999
Erro	21	0,022299		
<b>PPC - CV (%) = 29,54</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	3,056399	0,136	0,9900
Erro	21	22,495394		
<b>FC - CV (%) = 25,33</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	0,281764	0,626	0,7079
Erro	21	0,450333		

**TABELA C7** Resumo da análise de variância da luminosidade (L\*), croma (C) e ângulo (H°) aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>L* - CV (%) = 4,73</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	20,404762	4,110	0,0070
Erro	21	4,964286		
<b>C - CV (%) = 13,12</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	2,039387	2,348	0,0682
Erro	21	0,868704		
<b>H° - CV (%) = 12,35</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	174,361448	3,004	0,0280
Erro	21	58,046482		

**TABELA C8** Resumo da análise de variância do teor de vermelho (a\*) e teor de amarelo (b\*) aos 42 dias de idade das aves, em função dos tratamentos experimentais.

<b>a* - CV (%) = 28,19</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	1,840415	1,622	0,1905
Erro	21	1,134698		
<b>b* - CV (%) = 14,26</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P<sub>r</sub> &gt; F</b>
Tratamento	6	2,544332	2,847	0,0345
Erro	21	0,893674		

\*

\* \*