

**QUALIDADE E VALOR NUTRITIVO DO
RESÍDUO DE ALGODÃO SUBMETIDO AO
CULTIVO DE COGUMELO**

**CLENDERSON CORRADI DE MATTOS
GONÇALVES**

2007

CLENDERSON CORRADI DE MATTOS GONÇALVES

**QUALIDADE E VALOR NUTRITIVO DO RESÍDUO DE ALGODÃO
SUBMETIDO AO CULTIVO DE COGUMELO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador
Prof. Dr. Paulo César de Aguiar Paiva

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

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

Gonçalves, Clenderson Corradi de Mattos

Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo / Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves. -- Lavras: UFLA, 2007.

165 p. : il.

Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Pleurotus sajor-caju*. 2. *Agaricus blazei*. 3. Degradabilidade. 4. Digestibilidade. 5. Balanço de N. 6. Ruminantes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.8

CLENDERSON CORRADI DE MATTOS GONÇALVES

**QUALIDADE E VALOR NUTRITIVO DO RESÍDUO DE ALGODÃO
SUBMETIDO AO CULTIVO DE COGUMELO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 27 de abril de 2007.

Prof. Romildo da Silva - DBI/UFLA

Prof. Antônio Ricardo Evangelista - DZO/UFLA

Dr. Aduino Ferreira Barcelos - EPAMIG

Dr. Airdem Gonçalves de Assis - CNPGL/EMBRAPA

**Prof. Paulo César de Aguiar Paiva
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

A meu pai, Volber de Moraes Gonçalves,
com gratidão e amor, pelo apoio em todos os
momentos importantes em minha vida.

e

A minha mãe, Rosângela Maria
Corradi de Mattos Gonçalves, pela
compreensão, dedicação e carinho.

DEDICO

A minha esposa, Natália Lage
Batista Gonçalves, e ao meu filho
Pedro Lage Gonçalves, pelo apoio,
compreensão, carinho e amor em
todos os momentos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, saúde e determinação em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto.

Aos meus irmãos, Carine e Cleisson, pela confiança, apoio e por sempre acreditarem em mim.

Aos familiares, Paulinho, Lindomar, Priscila, Claudia, João Paulo e Ana Lúcia, que sempre estiveram do meu lado.

Ao professor Júlio César Teixeira (in memoriam), pelo incentivo sempre constante, pelas críticas e sugestões, pela paciência e disposição durante o mestrado e parte do doutorado e por acreditar na minha capacidade.

Ao professor Paulo César de Aguiar Paiva pela oportunidade, orientação, amizade e apoio para realização deste trabalho.

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista pelo apoio constante, amizade, orientação e ensinamentos.

Ao professor Eustáquio Souza Dias pela orientação e sugestões apresentadas.

Aos professores Juan Ramón Olalquiaga Pérez e Romildo da Silva pelo apoio e ensinamentos.

Ao professor Joel Augusto Muniz pela amizade, sugestões e ensinamentos.

Ao Dr. Airdem Gonçalves de Assis pela atenção e colaborações.

Ao Dr. Aduino Barcelos pela amizade e pelo apoio.

A CIA INDUSTRIAL SANTANENSE, pelo fornecimento do resíduo de algodão.

Aos amigos Adriano Geraldo e Flávio Moreno Salvador pelo apoio e companheirismo.

Aos amigos Fábio Henrique, João Irineu, Marina e Emerson, que ajudaram na realização do experimento.

Ao amigo Félix Gonçalves de Siqueira pela cooperação, dedicação e apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Márcio dos Santos Nogueira, Eliana Maria dos Santos, Suelba F. de Souza e José G. Virgílio, e aos funcionários do Departamento de Zootecnia Borginho, Carlos Henrique, Keila Cristina e Pedro Adão, pela colaboração.

A todos os colegas de pós-graduação pelo convívio, e a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO I Avaliação de tratamentos biológicos no resíduo têxtil do algodão para alimentação de ruminantes.....	1
1. Introdução geral.....	2
2. Referencial teórico.....	3
2.1. Resíduo de lixadeira de algodão.....	3
2.2. Tratamentos biológicos sobre o resíduo de lixadeira.....	4
2.3. <i>Pleurotus sajor-caju</i>	5
2.4. <i>Agaricus blazei</i>	7
2.5. Degradabilidade ruminal <i>in situ</i>	9
Referências bibliográficas.....	11
CAPÍTULO II Avaliação do cultivo de <i>Pleurotus sajor-caju</i> sobre o resíduo de algodão da indústria têxtil para alimentação de ruminantes.....	17
Resumo.....	18
Abstratct.....	20
1. Introdução.....	22
2. Referencial teórico.....	23
3. Material e métodos.....	27
4. Resultados e discussão.....	32
5. Conclusões.....	40
Referências bibliográficas.....	41
CAPÍTULO III Avaliação do cultivo de <i>Agaricus blazei</i> sobre o resíduo de algodão da indústria têxtil para alimentação de ruminantes.....	46
Resumo.....	47
Abstratct.....	49
1. Introdução.....	51

2. Referencial teórico.....	52
3. Material e métodos.....	56
4. Resultados e discussão.....	63
5. Conclusões.....	70
Referências bibliográficas.....	71

CAPÍTULO IV Degradabilidade <i>in situ</i> do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo.....	74
Resumo.....	75
Abstratct.....	77
1. Introdução.....	79
2. Referencial teórico.....	80
3. Material e métodos.....	85
3.1. Tratamentos.....	85
3.2. Ensaio de degradabilidade.....	87
3.3. Análises laboratoriais.....	90
3.4. Análises estatísticas.....	90
4. Resultados e discussão.....	93
5. Conclusões.....	109
Referências bibliográficas.....	110

CAPÍTULO V Consumo e digestibilidade de resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo em ovinos.....	115
Resumo.....	116
Abstratct.....	118
1. Introdução.....	120
2. Referencial teórico.....	122
3. Material e métodos.....	126
3.1. Resíduo de lixadeira tratado com <i>Agaricus blazei</i>	126
3.2. Local, instalações e período de realização.....	126
3.3. Animais e alimentação.....	127
3.4. Tratamentos.....	128
3.5. Fase pré-experimental e de coleta.....	130
3.6. Coleta de alimentos, sobras, fezes e urina.....	130
3.7. Análises bromatológicas.....	131
3.8. Delineamento experimental.....	131

4. Resultados e discussão.....	133
4.1. Aceitabilidade e peso dos animais.....	133
4.2. Consumo de MS, PB e FDN.....	134
4.3. Digestibilidade aparente da MS, PB e FDN.....	142
4.4. Balanço de nitrogênio.....	145
5. Conclusões.....	149
Referências bibliográficas.....	150
CAPÍTULO VI Considerações finais.....	155
ANEXOS	158

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
2.1 Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (H-Cel) e lignina em porcentagem dos diferentes substratos, em diferentes estágios de produção, no cultivo de <i>Pleurotus sajor-caju</i>	34
2.2 Avaliação do tempo de colonização, da produtividade e da eficiência biológica (EB) dos diferentes substratos para cultivo de <i>Pleurotus sajor-caju</i>	36
3.1 Ingredientes utilizados nos compostos C1, C2, C3 e C4 em Kg de MS.....	57
3.2 Nutrientes dos diferentes compostos contendo o resíduo de lixadeira em diferentes fases do processo de produção do <i>Agaricus blazei</i>	64
3.3 Produtividade, eficiência biológica, crescimento micelial, número médio e massa média dos cogumelos <i>Agaricus blazei</i> CS1 nos tratamentos.....	67
4.1 Cogumelo produzido, forma de cultivo e porcentagem dos ingredientes utilizados nos diferentes substratos (tratamentos).....	86
4.2 Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (H-CEL) e lignina (LIG) em porcentagem dos tratamentos e ingredientes.....	93
4.3 Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos ingredientes incubados no rúmen dos animais.....	95
4.4 Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para matéria seca (MS) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais.....	96
4.5 Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para proteína bruta (PB) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais.....	102

4.6	Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para fibra em detergente neutro (FDN) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais.....	106
5.1	Quantidade em gramas dos nutrientes nas dietas experimentais.....	128
5.2	Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (% MS).....	129
5.3	Valores médios de consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, de feno, de concentrado e total, e consumo como porcentagem do peso vivo e em relação ao peso metabólico, para cada tratamento, com os respectivos coeficientes de variação.....	134
5.4	Digestibilidade aparente dos nutrientes em porcentagem e seus respectivos coeficientes de variação (CV).....	143
5.5	Valores do balanço de nitrogênio, para cada tratamento, com os respectivos coeficientes de variação.....	146

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Algumas formulações utilizadas no cultivo de <i>Pleurotus sajor-caju</i> . A) Tratamento testemunha (serragem de eucaliptos enriquecida com farelo de trigo); B) T ₅ (resíduo de algodão enriquecido com farelo trigo); C) Formulação (T ₅) com maior aproximação; D) Resíduo de algodão de lixadeira de indústria têxtil, utilizado como substrato para cultivo dos cogumelos.....	29
3.1	1. Pesagem dos ingredientes; 2 e 3. Montagem das pilhas; 4. Pilha pronta; 5. Ensacamento e inoculação; 6. Produção.....	58
4.1	Ajuste da equação de degradabilidade ruminal de Orskov e McDonald (1979) para matéria seca (MS) em função dos tempos de incubação.....	100
4.2	Ajuste da equação de degradabilidade ruminal de Orskov e McDonald (1979) para proteína bruta (PB) em função dos tempos de incubação.....	105
4.3	Ajuste da equação de degradabilidade ruminal de Orskov e McDonald (1979) para FDN em função dos tempos de incubação.....	108
5.1	Consumo de matéria seca, em gramas, no concentrado e total, em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.....	136
5.2	Consumo de proteína bruta, em gramas, no concentrado e total, em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.....	138
5.3	Consumo de fibra em detergente neutro, em gramas, no concentrado e total, em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.....	140
5.4	Consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro como porcentagem do peso vivo em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.....	141
5.5	Consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro com relação ao peso metabólico, em função das porcentagens de inclusão de farelo de resíduo.....	142
5.6	Coefficiente de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.....	144
5.7	Nitrogênio ingerido e nas fezes em função das porcentagens de inclusão de farelo de resíduo.....	148

LISTA DE ABREVIATURAS

'a'	Fração solúvel
'b'	Fração insolúvel potencialmente degradável
'c'	Taxa de degradação
Cel	Celulose
DE	Degradabilidade efetiva
DP	Degradabilidade potencial
EB	Eficiência biológica
FDA	Fibra em detargente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDN _e	FDN efetivo
FDN _{fe}	FDN fisicamente efetivo
Fe	Feno de coastcross
Ft	Farelo de trigo
H-Cel	Hemicelulose
MS	Matéria seca
Lig	Lignina
PB	Proteína bruta
Ra	Resíduo de algodão
Se	Serragem de eucalipto

RESUMO

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. **Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo.** 2007. 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O experimento foi realizado nos Departamentos de Biologia e de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, entre agosto de 2005 e dezembro de 2006, com o objetivo de estudar diferentes tratamentos biológicos sobre o resíduo de algodão da indústria têxtil para alimentação de ruminantes. Inicialmente foram avaliadas diferentes formulações de substratos contendo o resíduo para produção dos cogumelos *Agaricus blazei* e *Pleurotus sajor-caju* (tratamentos biológicos). Na produção de *Pleurotus* no processo axênico, o substrato contendo 80% de resíduo e 20% de farelo de trigo foi o que apresentou maior produção e eficiência biológica, enquanto, na produção de *A. blazei*, os substratos contendo 30% de resíduo, 60% feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo e contendo 45% de resíduo, 45% de feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo apresentaram produções aceitáveis para o cultivo comercial no Brasil, mas inferiores ao substrato padrão, com 45% de bagaço de cana, 45% de feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo. Depois de se avaliar o potencial do resíduo na produção de cogumelo, foram escolhidos aqueles tratamentos (substratos) que tiveram melhores resultados no cultivo para serem submetidos a ensaios de degradabilidade e digestibilidade. No ensaio de degradabilidade foram utilizadas três vacas fistuladas no rúmen e os tratamentos foram incubados nos tempos 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas. Foram avaliadas as degradabilidades da MS, PB e FDN. Entre os tratamentos avaliados destacaram-se os exauridos (substrato após produção do cogumelo) contendo 80% de resíduo e 20% de farelo de trigo no cultivo de *Pleurotus sajor-caju*, num processo axênico, e os tratamentos contendo 30% de resíduo, 60% de feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo e contendo 45% de resíduo, 45% de feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo no cultivo de *Agaricus blazei*, num processo fermentado. Esses fungos foram eficientes em aumentar a degradabilidade da MS, PB e FDN e em agregar N nestes exauridos. No ensaio de digestibilidade foi avaliada a inclusão do exaurido de *Agaricus blazei* contendo 45% de resíduo, 45% de feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo (farelo de resíduo) na dieta de ovinos. Foram utilizadas cinco ovelhas da raça Santa Inês com peso médio de 23,20 Kg. As dietas foram balanceadas segundo o sistema do AFRC (1993), contendo 50% de

¹ **Comitê Orientador:** Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Orientador); Eustáquio Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

feno de coastcross e 50% de concentrado para suprir a exigência de 49,25g de proteína metabolizável e 8,68 MJ de energia metabolizável. Os tratamentos consistiam em substituir 10, 20, 30 e 40 % do feno da dieta padrão pelo farelo de resíduo que foi misturado no concentrado. A inclusão do farelo de resíduo proporcionou maiores consumos de MS, PB e FDN do concentrado e total diário. A inclusão do farelo de resíduo nas dietas não alterou a digestibilidade da FDN, mas proporcionou diminuição de digestibilidade da MS e PB a partir da inclusão de 6,66% e 15,83% de farelo de resíduo, respectivamente, sendo que estas porcentagens de inclusão proporcionaram os maiores valores de digestibilidade da MS e da PB das dietas. O uso de resíduo de algodão após a produção de cogumelo tem potencial para ser utilizado na alimentação de ruminantes, mas necessita de mais estudos, principalmente em relação à fermentação ruminal e ao perfil de ácidos graxos produzidos.

ABSTRACT

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. **Quality and nutritive value of cotton textile mill waste submitted to mushroom cultivation.** 2007. 165p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.²

The experiment was conducted in the Departments of Biology and Animal Science of the Federal University of Lavras from August of 2005 to December of 2006 with the objective of studying different biologic treatments on cotton textile mill waste for ruminant feeding. At first, different formulations of substrates containing the waste for production of the mushrooms *Agaricus blazei* and *Pleurotus sajor-caju* (biologic treatments) were evaluated. In the production of *Pleurotus* in the axenic process, the substrate containing 80% of waste and 20% of wheat meal was the one which showed highest yield and biologic efficiency. While in the production of *A. blazei*, the substrates containing 30% of waste, 60% of coastcross hay and 10% of wheat meal and containing 45% of waste, 45% of coastcross hay and 10% of wheat meal presented acceptable yields for the commercial cultivation in Brazil, but lower to the standard substrate with 45% of sugar bagasse, 45% of coastcross hay and 10% of wheat meal. After evaluating the potential of the waste in the production of mushrooms, those treatments (substrates) which presented the best results in the cultivation were chosen to be submitted to degradability and digestibility trials. In the degradability trial, three cows with fistulas in the rumen were utilized and the treatments were incubated in times 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours. The degradabilities of DM, CP and NDF were evaluated. Among the treatments evaluated, the exhausted ones (substrate after mushroom production) containing 80% of waste and 20% of wheat meal in the cultivation of *Pleurotus sajor-caju* in axenic process and the treatments containing 30% of waste, 60% of coastcross hay and 10% of wheat meal and containing 45% of waste, 45% of coastcross hay and 10% of wheat meal in the cultivation of *Agaricus blazei* in a fermented process stood out. Under the conditions which the experiments were conducted, those fungi were efficient in increasing the degradability of DM, CP and NDF and in aggregating N in these exhausted mushrooms. In the digestibility trial, the addition of the exhausted ones of *Agaricus blazei* containing 45% of waste, 45% of coastcross hay and 10% of wheat meal (waste meal) in the sheep diets was evaluated. Five ewes of the Santa Ines breed averaging 23.20 Kg were utilized. The diets were balanced according to the AFRC (1993) system, containing 50% of coast-cross hay and 50% of

² Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Adviser); Eustaquio de Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

concentrate to supply the requirement of 49.25g of metabolizable protein and 8.68 MJ of metabolizable energy. The treatments consisted in replacing 10, 20, 30 and 40 % of the hay of the standard diet by the waste which was mixed in the concentrate. The addition of waste meal afforded greater intakes of DM, CP and NDF of the concentrate and daily total. The addition of waste meal into the diets did not alter the digestibility of NDF, but provided poorer digestibility of DM and CP from the addition of 6.66% and 15.83% of waste meal, respectively, these percentages of addition providing the highest values of digestibility of DM and CP of the diets. Use of cotton waste after mushroom production has the potential to be utilized in ruminant feeding, but it needs further studies, mainly relative to ruminal fermentation and profile of produced fatty acids.

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DE TRATAMENTOS BIOLÓGICOS NO RESÍDUO TÊXTIL DO ALGODÃO PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

1. INTRODUÇÃO GERAL

As pessoas estão cada vez mais preocupadas com a qualidade de vida e, com isto, vêm dando ênfase aos resíduos poluentes e seus efeitos sobre a natureza. O desenvolvimento de novas técnicas para uma eliminação racional de resíduos poluentes tem sido uma preocupação constante no contexto mundial pelos pesquisadores.

Uma alternativa seria o uso de subprodutos agroindustriais e culturais na alimentação de animais, dos quais os ruminantes, pelas suas características do aparelho digestivo, são os mais aptos a utilizarem determinados produtos.

Entre os subprodutos industriais está o resíduo de lixadeira de algodão da indústria têxtil, que é um resíduo de algodão proveniente do processo de polimento do tecido, que antecede o tingimento. Este subproduto é rico em constituintes de parede celular, tem baixa digestibilidade e é pobre em proteínas e minerais, representando sério problema para a indústria devido ao grande excedente acumulado no pátio e pelo fato de ser altamente poluidor do ambiente, devido à baixa taxa de decomposição no meio.

Como este subproduto é pobre em nutrientes e apresenta baixa degradabilidade, uma alternativa para melhorar sua qualidade para uso na alimentação de ruminantes seria a aplicação de tratamentos biológicos, com utilização de fungos basidiomicetos capazes de degradar celulose, hemicelulose e lignina.

O experimento teve como objetivo avaliar o efeito de tratamentos biológicos no resíduo têxtil do algodão para alimentação de ruminantes.

2. REFERENCAL TEÓRICO

2.1. Resíduo de lixadeira de algodão

O resíduo de lixadeira, resultante do beneficiamento da indústria têxtil do algodão, é um subproduto rico em constituintes de parede celular, tem baixa digestibilidade e é pobre em proteínas e minerais (Santos et al., 2004). Castro et al. (2004) estudaram o resíduo de lixadeira do algodão e encontraram valores de 1,22%; 94,4%; 91,34%; 89,59%; 3,06% e 1,77% para proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente.

O aproveitamento do resíduo de lixadeira do algodão 'in natura' na alimentação de ruminantes tem um problema que está relacionado com a estrutura da celulose, que se apresenta na forma cristalina, altamente organizada e complexa e, portanto, menos susceptível à atuação das enzimas produzidas pelos microrganismos ruminais. Esse fator, além de dificultar sua utilização como fonte energética para ruminantes, limita sua decomposição no meio ambiente, gerando problemas ambientais e econômicos para a indústria têxtil (Almeida et al., 2002; Castro et al., 2004).

Van Soest (1994) relata ainda que a lignina é resistente à degradação química, não sendo digerida pelas bactérias do rúmen, formando, assim, complexas associações com a celulose e a hemicelulose, reduzindo a digestibilidade da fibra.

Devido à peculiaridade de apresentar a celulose em seu estado mais puro na natureza, e estrutura altamente organizada, a fibra de algodão tem despertado interesse em novos estudos quanto à ação das enzimas celulolíticas, que são responsáveis pela disponibilização de energia em compostos à base de celulose

(Hoshino et al., 1992; Hoshino et al., 1993 e Kleman-Leyer et al., 1996; Latham et al., 1978).

Banys et al. (1998), estudando a composição química e a degradabilidade de resíduos da indústria têxtil do algodão (cottonera, batedor, borra e lixadeira), concluíram que esses possuíam baixos valores de proteína bruta e altos de fibra, apresentando alto potencial de degradabilidade, atribuída à fração “b”, mas baixa degradabilidade efetiva.

Poore & Rogers (1995), ao trabalharem com resíduo de algodão, concluíram haver necessidade de incorporação de elementos que melhorem sua palatabilidade, como melaço e silagem, de maneira a estimular o seu consumo.

Poore (1994), trabalhando com níveis de adição deste resíduo de algodão às dietas constituídas de silagem de sorgo e concentrado à base de milho e farelo de soja, para novilhos em crescimento, verificou que a inclusão de até 20% na dieta não mostrou diferença em relação à silagem de sorgo.

Trabalhando com novilhos em ensaio de digestibilidade, Moore et al. (1992) verificaram que o resíduo da fibra de algodão apresentou digestibilidade similar a um feno de baixa qualidade.

Alguns autores (Almeida, 2002; Banys et al., 1998; Ben-Ghedalia et al., 1983; Ezequiel, 2001) referiram-se ao resíduo do beneficiamento têxtil do algodão como um “alimento em potencial” para ruminantes.

2.2. Tratamentos microbiológicos sobre o resíduo de lixadeira

O tratamento microbiológico consiste em inocular o resíduo com fungos basidiomicetos decompositores de celulose, hemicelulose e lignina (Capelari, 1996; Souza, 1998).

No entanto, Schmidt et al. (2003a) descreveram que o tratamento microbiológico tem como base a inoculação com microrganismos (bactérias e

fungos basidiomicetos) que atuam sobre o substrato, degradando preferencialmente a lignina, sem provocar perdas consideráveis de celulose e hemicelulose.

Desta forma, o tratamento biológico de volumosos de baixa qualidade surge como alternativa ao tratamento químico em tempos em que os “produtos orgânicos” estão em alta, pois não necessita de adição de substâncias químicas industrializadas nem acarreta poluição ambiental (Schmidt et al., 2003b).

Os fungos possuem habilidade para se desenvolver em diversas substâncias orgânicas, fazendo uso de substratos variados (Singer & Harris, 1987). As fontes de carbono, como polissacarídeos, lignina, glicose, manose, frutose, óleos e ácidos orgânicos, são importantes fornecedores de energia para a atividade metabólica dos cogumelos e consistem a base para síntese de proteínas e substâncias de reserva, resultando em aproximadamente 50% do peso da matéria seca dos corpos de frutificação em carbono, de acordo com Zanetti & Ranal (1997). Desta forma, desempenham importante papel de decompositores na natureza, assimilando os elementos e transformando-os em substâncias mais simples, permitindo a reciclagem dos nutrientes (Moda, 2003).

De acordo com Bononi & Trufem (1985), todos os cogumelos cultivados comercialmente no Brasil são saprófitas, da classe dos Basidiomycetes: champignon-de-Paris (*Agaricus bisporus*), shiitake (*Lentinula edodes*), shimeji ou hiratake (*Pleurotus* sp.) e cogumelo-do-sol (*Agaricus blazei*).

2.3. *Pleurotus sajor-caju*

O cogumelo *Pleurotus* sp. é grande, com píleo de 6 a 10 cm, formando uma “pétala” ou “leque” e nascendo em cachos, e é também chamado de gigante, shimeji, cetetuba, hiratake e oystemushroom (Ferreira, 1998). De

acordo com Zadrazil (1980), o *Pleurotus sajor-caju* é um cogumelo com grande habilidade saprófita de colonização e pode colonizar substratos esterilizados, pasteurizados (60-90°C) e fermentados.

Segundo Alexopoulos et al. (1996), este cogumelo pertence ao Reino Fungi, Divisão Basidiomycota, Classe Basidiomycetes, Subclasse Holobasidiomycetidae, Ordem Agaricales, Família Tricholomataceae, Gênero *Pleurotus*, Espécie *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer.

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* destacam-se por apresentarem alto valor nutritivo, pouca exigência em relação ao substrato e rusticidade. Os cogumelos do gênero *Pleurotus*, segundo Platt et al. (1984), produzem um complexo enzimático que inclui, entre outras, as enzimas celulase, celobiase, hemicelulase, lignase e lacase. A lacase, uma fenol-oxidase característica dos basidioicetos causadores da podridão branca, degrada lignina fenólica e não fenólica, produzindo ácidos aromáticos (Buswell & Odier, 1987; citado por Schmidt et al., 2003a). Cultivando *Pleurotus* sobre palha de arroz, Platt et al. (1981) afirmaram que 40 a 50% do conteúdo de lignina pode ser diminuído em um período de 35 a 45 dias, sendo que a degradação da lignina é maior durante a fase inicial de colonização do substrato (corrida micélica). Diversos autores sugeriram que substratos degradados por essas enzimas durante o processo de produção de cogumelos podem ser mais facilmente digeridos pelos ruminantes.

A fração fibrosa das forrageiras é constituída, principalmente, por três compostos ligados entre si: a celulose, a hemicelulose e a lignina, sendo a lignina considerada o principal fator limitante à digestibilidade das forrageiras. A lignina é resistente à degradação química, não sendo digerida pelas bactérias do rúmen, formando complexas associações com a celulose e a hemicelulose e reduzindo a digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994).

Bisaria et al. (1997) trabalharam com *Pleurotus sajor-caju* inoculado em palhadas de arroz e trigo e observaram perda de matéria orgânica, indicando

a degradação da celulose, hemicelulose e lignina do substrato e aumento na proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e inferindo que o cogumelo foi eficiente em aumentar o valor nutritivo e a digestibilidade dos volumosos, permitindo sua posterior utilização como alimento de ruminantes. Adamovic et al. (1998), em trabalho semelhante com *Pleurotus ostreatus*, observaram que parte substancial da MS da palhada foi degradada pelas enzimas do cogumelo, enquanto Zandrazil (1977) relatou melhoria de 12 unidades percentuais na digestibilidade *in vitro* da palhada de trigo inoculada com *Pleurotus sp.* “Florida”.

Estudando o efeito da incubação de *Pleurotus ostreatus* no valor nutritivo do feno de braquiária, Schmidt et al. (2003a) concluíram que o fungo reduziu os teores de fibra em detergente neutro (FDN), celulose e hemicelulose em 15,3%, 13,8% e 32,7%, respectivamente, e aumentou o teor de proteína bruta (PB) do feno em 39,0%. Streeter et al. (1982), trabalhando com *Pleurotus ostreatus* em palhada de trigo, com e sem associação à bactéria *Erwinia carotovora*, observaram aumento significativo na DIVMS somente quando houve associação com a bactéria.

2.4. *Agaricus blazei*

O cogumelo *Agaricus blazei* faz parte dos microrganismos eucarióticos e é classificado no Reino *Fungi*, divisão Basidiomycota, ordem Agaricales, família Agaricaceae, espécie *Agaricus blazei* (Alexopoulos et al., 1996).

O *Agaricus blazei* é uma espécie de fungo produtora de cogumelo que vem despertando grande interesse da comunidade científica, pois além de possuir elevado valor nutritivo, com poucas calorias, apresentou, em estudos científicos recentes, propriedades medicinais potenciais. Quando desidratado, é rico em proteínas e carboidratos, contendo de 40 a 45% de proteína bruta, 38 a

45% de carboidratos, 6 a 8% de fibra, 5 a 7% de cinzas e 3 a 4% de lipídeos, com predominância do ácido linoléico (70 a 78%). Contém vitaminas do complexo B (B1 e B2), niacina e grande quantidade de potássio (2,97%), além de outros minerais, como P, Mg, Ca, Na, Cu, Zn, Fe, Mn e Mo (Mizuno, 1995; Morais et al. 2000; Ranzani & Sturion, 1998; Urben, 2004; Vedder, 1991).

As propriedades medicinais deste cogumelo estão relacionadas aos polissacarídeos do tipo β -glucanas, que são extraídos de basidiocarpos de *A. blazei*. Em experimentos laboratoriais, exerceu forte ação contra tumores tipo Sarcoma 180, induzido em cobaias (Itoh et al., 1994; Kawagishi et al., 1990; Mizumo et al., 1990; Osaki et al., 1994).

Os cogumelos comestíveis contêm importantes propriedades funcionais, em particular β -glucanas, homo e hetero-glucanas, supostamente responsáveis por algumas propriedades benéficas à saúde humana, como atividade imunomodulatória, antioxidante, antiinflamatória e anticancerígena (Park et al., 2003).

Para produção de cogumelo é feita uma compostagem inicial, para posterior inoculação do fungo. Urben (2004) relatou que o composto para cultivo de *Agaricus blazei* é constituído, em geral, de materiais fibrosos à base de palhas vegetais (ricos em carbono e pobres em nitrogênio), que devem ser distribuídos em pilhas, e que o nitrogênio orgânico deve ser corrigido com adição de alguns materiais suplementares, tais como farelos e tortas, tendo uma relação C/N inicial entre 25-30. O uso de materiais fibrosos para o cultivo do *Agaricus blazei* é possível porque esta espécie produz enzimas lignolíticas, celulolíticas e hemicelulolíticas (Eira, 2003).

Depois da produção do cogumelo, após a colheita do último fluxo, ou seja, depois de esgotada a safra, sobra o substrato em que foi inoculado e cultivado o fungo, que restou após o ciclo produtivo e que é chamado de composto exaurido de cogumelo. Recentemente, alguns autores têm proposto o

termo “usado” em substituição ao termo “exaurido” porque, do ponto de vista da reciclagem da matéria orgânica, esse material é ainda rico em nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, podendo ser usado como alimento alternativo para alimentação animal (Maher et al., 2000).

Machado (2004) estudou o uso do composto exaurido de *Agaricus blazei* como promotor de crescimento em ração para aves de corte e observou que esta pode ser uma alternativa ao uso de antibióticos, não encontrando diferença no desempenho entre as aves que receberam os dois tratamentos.

2.5. Degradabilidade ruminal *in situ*

A técnica da degradabilidade *in situ*, também chamada de técnica do saco de náilon, dacron, poliéster ou degradabilidade *in sacco*, tem sido adotada pelo AFRC (1992) como um método padrão de caracterização da degradabilidade ruminal do nitrogênio, podendo ser utilizada para descrever as características de degradação das frações da fibra (Aerts et al., 1977; Navaratree et al., 1990) e da proteína do alimento (Stern & Satter, 1984; Poos-Floyd et al., 1985). A utilização da técnica tem a vantagem de propiciar uma estimativa rápida e simples da degradação dos nutrientes no rúmen, além de permitir o acompanhamento da degradação ao longo do tempo (Mehrez e Ørskov, 1977).

Apesar de ser uma técnica rápida e de fácil execução, requerer pequena quantidade de amostra do alimento e possibilitar o contato íntimo com o ambiente ruminal, não sofre influência da mastigação e da ruminação e o alimento não passa para o trato digestivo posterior. Outros fatores relacionados à técnica, que ocasionam grandes variações na degradabilidade estimada, estão relacionados aos procedimentos no preparo do saco que conterá a amostra (tipo de tecido, tamanho do poro do saco, área superficial do saco, lavagem dos sacos), ao preparo e manipulação da amostra (peso da amostra, tamanho da

amostra, e contaminação microbiana) e, por fim, ao animal (espécie animal, estado fisiológico) e à natureza da dieta (Nocek, 1985; Uden & Van Soest, 1984).

Nocek (1988) sugeriu o uso de náilon com porosidade entre 40 e 60 μ ; tamanhos de partícula de 2mm para suplementos protéicos e energéticos e de 5mm para forragens, cereais inteiros e subprodutos fibrosos; relação de peso da amostra por área de superfície do saco de 10 a 20 mg/cm²; introdução dos sacos na posição ventral do rúmen, em diferentes horários, e retirada simultânea para diminuir o erro experimental. Para Van Soest (1994), o tamanho ótimo para o poro do saco de náilon é de aproximadamente 30 μ m, pois tamanhos menores retardam a entrada de microrganismos, inibindo a fermentação, enquanto tamanhos maiores permitem o trânsito de partículas lignificadas.

Ørskov (1988) relatou que feno, palhas e outros materiais fibrosos requerem tempos de incubação mais longos (72 a 96h), enquanto, para alimentos menos fibrosos, este tempo pode ser menor (36 a 48h). Nocek (1988) sugeriu o uso de 3 a 6 tempos de incubação no período de 0 a 6 horas, 3 a 6 tempos no período de 6 a 24 horas e intervalos de 6 a 12h a partir das 24 horas de incubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMOVIĆ, M.; GRUBIĆ, G.; MILENKOVIĆ, I.; JAVONOVIĆ, R.; PROTIĆ, R.; SRETENOVIĆ, L.; STOICEVIĆ, L. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 71, n. 3/4, p. 357-362, Apr. 1998.

AERTS, J. W.; De BRABANDER, D. L.; COTTYN, B. G.; BUYASSE, F. X. Comparison of laboratory methods for predicting of the organic matter digestibility of forage. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 337-349, 1977.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Agricultural and Food Research Council: Technical Committee on responses to nutrients: Nutritive requirements of ruminant animals: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews: Series B**, London, v. 62, n. 9, p. 65-71, Sept. 1992.

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

ALMEIDA, O. C.; PAIVA, P. C. A.; REZENDE, C. A. P.; PEREZ, J. R. O.; BANYS, V. L.; MUNIZ, J. A.; BONFIN, E. R. P. Cinética ruminal do resíduo têxtil da fibra do algodão submetido a tratamentos físicos e químicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 846-851, jul./ago. 2002.

BANYS, V. L.; PAIVA, P. C.; REZENDE, C. P. et al. Composição bromatológica e degradabilidade de resíduo da indústria têxtil em bovinos. In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1988, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1998. 1CD-ROM.

BEN-GHEDALIA, D.; SHEFET, G.; DROR, Y. Chemical treatments for increasing the digestibility of cotton straw. 1. Effect of ozone and sodium hydroxide treatments on rumen metabolism and on the digestibility of cell walls and organic matter. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 100, n. 2, p. 393, Apr. 1983.

BISARIA, R.; MADAN, M.; VASUDEVAN, P. Utilization of agro-residues as animal feed through bioconversion. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 5-8, 1997.

BONONI, V. L.; TRUFEM, S. F. B. **Cogumelos comestíveis**. São Paulo: Editora Ícon, 1985. 85 p.

CAPELARI, M. **Atividade biodegradadora e cultivo de três espécies comestíveis de basideomicetos: Pleurotus spp e Agrocybe perfecta (Rick) sing.** 1996. 190 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; DIAS, E. S.; SANTOS, J. Avaliação das alterações bromatológicas e de degradabilidade do resíduo de lixadeira do algodão após tratamento biológico com *Pleurotus sajor-caju*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 608-613, maio/jun. 2004.

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.

EZEQUIEL, J. M. B. Uso de caroço de algodão na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO, NUTRIÇÃO E SANIDADE DE GADO LEITEIRO, 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2001. p. 135-156.

FERREIRA, J. E. F. **Produção de cogumelos**. São Paulo: Editora Agropecuária, 1998. 136 p.

HOSHINO, E.; KANDA, T.; SASAKI, Y.; NISIZAWA, K. Adsorption mode of exo-and endo-cellulases from *Irpex lacteus* (*Polyporus tulipiferae*) on cellulose with different crystallinities. **Journal of Biochemistry**, Tokyo, v. 111, n. 5, p. 600-605, May 1992.

HOSHINO, E.; SASAKI, Y.; OKASAKI, M.; NISIZAWA, K.; KANDA, T. Mode of action of exo- and endo- type cellulase from *Irpex lacteus* in hydrolysis of cellulose with different crystallinities. **Journal of Biochemistry**, Tokyo, v. 114, n. 2, p. 230-235, Aug. 1993.

ITO, H.; ITO, H.; AMANO, H.; NODA, H. Inhibitory action of a (1→6)-beta-D-glucan protein complex (F III-2-b) isolated from *Agaricus blazei* Murrill (“Himematsutake”) on Meth A fibrosarcoma-bearing mice and its antitumor mechanism. **Japanese Journal of Pharmacology**, Kyoto, v. 66, n. 2, p. 265-271, Oct. 1994.

KAWAGISHI, H.; KANAOKA, T.; INAGAKI, R.; MIZUNO, T.; SHIMURA, K.; ITO, H.; HAGIWARA, T.; NAKAMURA, T. Formolysis of a potent antitumor (1→6)β-D-glucan-protein complex from *Agaricus blazei* fruiting bodies and antitumor activity of the resulting products. **Carbohydrates Polymers**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 393-403, 1990.

KLEMAN-LEYER, K. M.; AGOSIN, E.; CONNER, A. H.; KIR, T. K. Changes in molecular size distribution of cellulose during attack by white rot and brown rot fungi. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 58, n. 4, p. 1266-1270, Apr. 1992.

KLEMAN-LEYER, K. M.; SIIKA-AHO, M.; TEERI, T. T.; KIR, T. K. The cellulase endoglucanase I and cellobiohydrolase II of *Trichoderma reesei* act synergistically to solubilize native cotton cellulose but not to decrease its molecular size. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 62, n. 8, p. 2883-2887, Aug. 1996.

LATHAM, M. J.; BROOKER, B. E.; PETTIPHER, G. L.; HARRIS, P. J. *Ruminococcus flavefaciens* cell coat and adhesion to cotton cellulose and to cell wall in leaves of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 35, n. 1, p. 156-165, Jan. 1978.

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

MAHER, M. J.; MAGETTE, W. L.; SMYTH, S.; DODD, V. A. et al. **Managing spent mushroom compost, end of project report 4444**. Dublin: Teagasc, July, 2000. 34 p.

MERTENS, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 88, n. 1, p. 645, Mar. 1977.

MIZUNO, T. K. *Agaricus blazei* Murrill: Medicinal and dietary effects. **Food Review International**, Oxford, v. 11, n. 1 p. 172-197, 1995.

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, v. 54, n. 11, p. 2889-2896, Nov. 1990.

MODA, E. M. **Produção de *Pleurotus sajor-caju* em bagaço de cana-de-açúcar lavado e o uso de aditivos visando sua conservação “in natura”**. 2003. 84p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MOORE, K. R.; POND, M. H.; WHITLOW, L. W.; CHASE, B. E. Waste cotton as a feed resource for cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 305, Feb. 1992. Supplement 1.

MORAIS, M. H.; RAMOS, A. C.; MATOS, N.; SANTOS-OLIVEIRA, E. J. Note: production of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*), on ligninocellulosic residues. **Food Science Technology International**, Madison, v. 6, n. 2, p. 123-128, Apr. 2000.

NAVARATRE, H. U. R. G.; IBRAHIM, M. N. M.; SHIERE, J. B. Comparison of four techniques for predicting digestibility of tropical feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 109-221, 1990.

NOCEK, J. E. Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 5, p. 1347-1358, May 1985.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2059, Aug. 1988.

ORSKOV, E. R. **Nutrición proteica de los ruminants**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178 p.

OSAKI, Y.; KATO, T.; YAMAMOTO, K.; OKUBO, J.; MIYAZAKI, T. Antimutagenic and bactericidal substances in the fruit body of a Basidiomycete *Agaricus blazei*, Jun-17. **Yakugaku Zasshi**, Kyoto, v. 114, n. 5, p. 342-350, May 1994.

PARK, Y. K.; IKEGAKI, M.; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Determinação da concentração de β -glucano em cogumelo *Agaricus blazei* Murill por método enzimático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 312-316, set./dez. 2003.

PLATT, M.; CHET, I.; HENIS, Y. Lignocellulose degradation during growth of the mushroom *Pleurotus sp.* Florida on cotton straw. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 194-201, 1981.

PLATT, M. W.; HADAR, Y.; CHET, I. Fungal activities involved in lignocellulose degradation by *Pleurotus*. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 150-154, 1984.

POORE, M. H. Whole cottonseed in sorghum-silage based diets for development heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 382, July 1994. Supplement.

POORE, M. H.; ROGERS, G. Feeding whole cottonseed and other cotton by-products to beef cattle. **Veterinary Medicine**, Raleigh, v. 17, n. 11, p. 1077-1087, Nov. 1995.

POOS-FLOYD, M.; KLOPFENSTEIN, T.; BRITTON, R. A. Evaluation of laboratory techniques for predicting ruminal protein degradation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 4, p. 829-839, Apr. 1985.

RANZANI, M. R.; STURION, G. L. Amino acid composition evaluation of *Pleurotus* spp cultivated in banana leaves. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 48, p. 339-348. 1998.

SANTOS, J.; CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; BANYNS, V. L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 919-923, jul./ago. 2004.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; NASCIMENTO, J. S.; VARGAS JUNIOR, F. M. Tratamento do feno de braquiária pelo fungo *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1866-1871, nov./dez. 2003a.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; VARGAS JUNIOR, F. M.; ROSSI, P. Valor nutritivo do feno de braquiária amonizado com uréia ou inoculado com *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2040-2049, nov./dez. 2003b.

SINGER, R.; HARRIS, B. Mushrooms and truffles for human consumption and other uses. In: SINGER, R.; HARRIS, B. **Mushrooms and truffles: botany, cultivation and utilization**. Ciesnmitt: Koeltz Scientific Books, 1987. cap. 13, p. 273-278.

SOUZA, O. Tratamento de subprodutos e resíduos lignocelulósicos com uréia na alimentação de ruminantes. In. CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p. 195-213.

STERN, M. D.; SATTER, L. D. Evaluation of nitrogen solubility and the dacron bag technique as methods for estimating protein degradation in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 3, p. 714-724, Mar. 1984.

STREETER, C. L.; CONWAY, K. E.; HORN, G. W.; MADER, T. L. Nutritional evaluation of wheat straw incubated with edible mushroom *Pleurotus*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 1, p. 183-188, Jan. 1982.

UDEN, P.; VAN SOEST, P. J. Investigations of the in situ bag technique and a comparison of the fermentation in heifers, sheep, ponies and rabbits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 1, p. 213-221, Jan. 1984.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 187 p.

Van SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VEDDER, P. J. C. **Cultivo morderno del champiñon**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 1991. 370 p.

ZADRAZIL, F. The conversion of straw into feed by Basidiomycetes. **European Journal of Applied Microbiology**, New York, v. 4, n. 3, p. 273-281, 1977.

ZADRAZIL, F. Influence of ammonium nitrate and organic supplements on the yield of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 9, n. 1, p. 31-35, 1980.

ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Suplementação da cana-de-açúcar com guandú no cultivo de *Pleurotus* sp. Flórida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 9, p. 959-964, set. 1997.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DO CULTIVO DE *Pleurotus sajor-caju* SOBRE O RESÍDUO DE ALGODÃO DA INDÚSTRIA TÊXTIL PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

RESUMO

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. Avaliação do cultivo de *Pleurotus sajor-caju* sobre o resíduo de algodão da indústria têxtil para alimentação de ruminantes. In: _____. **Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo**. 2007. 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.³

O resíduo proveniente do beneficiamento do algodão em lixadeiras na indústria têxtil é um material rico em lignocelulose, tem baixa digestibilidade e é pobre em proteínas e minerais, representando sério problema para a indústria têxtil devido ao grande excedente acumulado no pátio das indústrias e pelo fato de ser altamente poluidor do ambiente pela baixa taxa de decomposição. O trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e eficiência biológica do resíduo de algodão na produção do cogumelo comestível *Pleurotus sajor-caju*. A tecnologia de produção para realizar este teste foi o cultivo axênico com duas autoclavagens, de 2 horas a 121°C, dos substratos. O preparo dos substratos foi feito por meio da mistura e umedecimento das matérias-primas. Foram montados cinco tratamentos tendo como base a matéria-seca dos materiais utilizados. Os tratamentos foram realizados da seguinte maneira: T₁ : 80% de serragem + 20% de farelo (testemunha); T₂: 50% de resíduo + 50% de serragem; T₃: 45% de resíduo + 45% serragem + 10% de farelo; T₄: 40% de resíduo + 40% serragem + 20% de farelo e T₅: 80% de resíduo + 20% de farelo. A serragem utilizada foi de eucalipto e o farelo, de trigo. Os teores de nitrogênio-total para os substratos ficaram entre 0,39% e 0,68%. O substrato identificado como T₅, que foi preparado com resíduo de algodão e suplementado com farelo de trigo, apresentou os melhores resultados para produtividade e eficiência biológica (EB) entre as cinco formulações de substratos testadas, de 22,46% e 71,48%, respectivamente. Os tempos de colonização total entre as formulações variaram entre 28 e 50 dias, sendo que T₁ (testemunha) foi o tratamento que teve o menor tempo de colonização (28 dias) e T₅, o maior tempo (50 dias). O resíduo de algodão de lixadeira de indústria têxtil suplementado com farelo de trigo mostrou ser um substrato com potencial para cultivo de *Pleurotus sajor-caju*. O fungo alterou a constituição dos substratos nos estágios de produção do cogumelo, principalmente os constituintes da fibra, e agregou N ao substrato. Desta forma, o uso do resíduo de lixadeira de algodão na produção de *Pleurotus*

³ **Comitê Orientador:** Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Orientador); Eustáquio Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

sajor-caju pode se tornar uma alternativa viável para eliminação deste resíduo e, conseqüentemente, diminuir o impacto ambiental deste produto.

Palavras Chave: Cogumelo, *Pleurotus*, Resíduo de Algodão, FDN, Celulose.

ABSTRACT

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. Evaluation of the cultivation of *Pleurotus sajor-caju* upon the cotton textile mill waste for ruminant feeding. In___. **Quality and nutritive value of cotton textile mill waste submitted to mushroom cultivation.** 2007. 165p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.⁴

The waste coming from the processing of cotton in mills in the textile industry is a material rich in lignocellulose, it has poor digestibility and is poor in proteins and minerals, representing a serious problem to the textile industry due to the great surplus accumulated in the yards of the industries and for the fact of its being highly polluter of environment because of its low decomposition rate. The work was intended to evaluate the yield and biologic efficiency of cotton waste in the production of the edible mushroom *Pleurotus sajor-caju*. The production technology to perform this test was the axenic cultivation with two autoclavings of two hours at 121°C of the substrates. The preparation of the substrates was by means of the mixture and moistening of the raw materials. Five treatments were set up, their having as a basis, the dry matter of the materials utilized. The treatments were performed in the following manner: T₁: 80% of sawing + 20% of meal (control); T₂: 50% of waste + 50% of sawing; T₃: 45% of waste + 45% of sawing + 10% of meal; T₄: 40% of waste + 40% of sawing + 20% of meal and T₅: 80% of waste + 20% of meal. The utilized sawing was that of eucalyptus and the meal that of wheat. The contents of total nitrogen for the substrate lay between 0.39% and 0.68%. The substrate identified as T₅, which was prepared from cotton waste and supplemented with wheat meal showed the best results for yield and biologic efficiency (EB), among the five formulations of tested substrates, their being 22.46% and 71.48%, respectively. The total colonization times among the formulations ranged between 28 and 50 days, T₁ (control) being the treatment which presented the shortest colonization time (28 days) and T₅ having the longest time (50 days). The cotton waste from the cotton textile mill supplemented with wheat meal proved to be a substrate with a potential for cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. The fungus altered the constitution of the substrates in the stages of production of the mushroom, mainly among the constituents of fiber and aggregated N to the substrate. In this way, the use of the cotton textile mill waste in the production of *Pleurotus sajor-caju* can become a

⁴ Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Adviser); Eustaquio de Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

viable alternative to the elimination of this waste and hence decrease the environmental impact of this product.

Key words: Mushroom, *Pleurotus*, Cotton Waste, NDF, Cellulose.

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do algodão gera vários subprodutos, desde a limpeza inicial, quando se retira o caroço, gerando um subproduto nobre, que é destinado à produção de óleo para alimentação humana ou utilizado in natura na alimentação animal, até a produção dos tecidos, quando surgem subprodutos como o resíduo de lixadeira, que são resíduos mais pobres da fibra de algodão.

O resíduo de lixadeira de algodão é um subproduto da indústria têxtil que é produzido no processo de polimento do tecido. É constituído basicamente de fibra de algodão, que possui uma estrutura bem organizada, dificultando, assim, sua decomposição e se tornando um resíduo poluente para as indústrias e o ambiente.

Os cogumelos produzidos pelas espécies do gênero *Pleurotus sp.* se destacam por ter uma boa aceitação no meio culinário, pelo seu alto valor nutritivo e por serem eficientes em utilizar os nutrientes das fibras, como a celulose, hemicelulose e lignina, para atingirem altas produções.

A utilização de tratamentos biológicos para eliminação de resíduos poluentes tem ganhado grande interesse no contexto científico mundial, uma vez que não se utilizam produtos químicos industrializados. Desta forma, podemos destacar os fungos do gênero *Pleurotus* pelo seu potencial em aproveitar resíduos ricos em fibras para o crescimento de seu basidioma.

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a produtividade e eficiência biológica do resíduo de lixadeira do algodão como substrato na produção de *Pleurotus sajor-caju* e o posterior aproveitamento do resíduo na alimentação de ruminantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Hamlyn (1989), algodão é a palavra dada à fibra têxtil e mais de 15 milhões de toneladas de fibra de algodão são anualmente produzidas em mais de 80 países. Os resíduos gerados pelas máquinas durante o beneficiamento do algodão nas indústrias têxteis fornecem um substrato bom para produção de alguns cogumelos comestíveis, como o *Volvariella volvacea* e *Pleurotus* spp. Este mesmo autor informou que aproximadamente 7% da fibra do algodão transformam-se em resíduo durante o beneficiamento, sendo que o primeiro resíduo produzido no beneficiamento é muito valioso e pode ser reutilizado de várias formas, porém o resíduo secundário tem pouco valor, tornando-se, assim, um material atrativo para a produção de cogumelos. Segundo Tan (1981) e Leong (1982), resíduos de algodão são bons substratos para o cultivo de *Pleurotus* sp. Na República de Singapura e países vizinhos, resíduos de fibra de algodão de indústria têxtil, folhas de bananeiras, palha de arroz e serragem são utilizados como substratos para produção de cogumelos comestíveis. Entre outros cogumelos produzidos ocorre o cultivo de *Pleurotus abalones* (Jones & Lim, 1990).

Atualmente, segundo Massuda (2005), a maior produção de algodão no Brasil concentra-se na região Centro-Oeste, em grandes propriedades de cotonicultura. O estado do Paraná foi um dos maiores produtores de algodão do país há alguns anos atrás, e neste estado encontram-se diversos pólos têxteis. São cultivados no Brasil, anualmente, 887,5 mil hectares de algodão (Agrianual, 2002), e a produção nacional destina-se às indústria têxtil e alimentícia. Após a colheita e processamento resultam alguns subprodutos, dos quais o farelo, o caroço e a casca são usualmente utilizados na alimentação animal, gerando

também o resíduo de lixadeira, um subproduto específico da indústria têxtil (Castro et al., 2004).

O resíduo de lixadeira, resultante do beneficiamento da indústria têxtil do algodão, é um subproduto rico em constituintes de parede celular, tem baixa digestibilidade e é pobre em proteínas e minerais (Santos et al. 2004). Outro problema no aproveitamento direto do resíduo de lixadeira do algodão na alimentação de ruminantes está relacionado com a estrutura da celulose, que se apresenta na forma cristalina e se apresenta altamente organizada e complexa. Esse fator, além de dificultar sua utilização como fonte energética para ruminantes, limita sua decomposição no ambiente, gerando problemas ambientais e econômicos para a indústria têxtil (Almeida et al., 2002; Castro et al., 2004).

O tratamento biológico consiste da inoculação do resíduo com fungos basidiomicetos decompositores capazes de degradar celulose, hemicelulose e lignina (Capelari, 1996; Souza, 1998).

Segundo Schmidt et al. (2003b), o tratamento biológico de volumosos de baixa qualidade surge como alternativa ao tratamento químico em tempos em que os “produtos orgânicos” estão em alta, pois não necessita de adição de substâncias químicas nem acarreta poluição ambiental.

Na América tropical são conhecidas trinta e oito espécies do gênero *Pleurotus*, um fungo basidiomiceto, sendo trinta e uma destas consideradas comestíveis, podendo ser cultivadas sobre uma ampla variedade de substratos (Urban, 2004).

A palha de trigo é o substrato mais tradicional para o cultivo do *Pleurotus* na Europa, alcançando uma boa produtividade, o suficiente para não precisar de complementos para a elaboração do composto. A palha de arroz também é um resíduo agrícola muito utilizado para a produção deste cogumelo, como também o sabugo de milho em diversos países (Bononi et al., 1999).

Segundo Urben (2005), os produtores de cogumelos no Brasil vêm tentando aumentar a produtividade e o consumo de cogumelos por diversas razões, entre elas as perspectivas de um bom negócio; o fato de o cultivo de cogumelos exigir pequenas áreas e um ciclo de vida muito curto, com muitas safras; as instalações para o cultivo poderem ser de baixo custo (investimentos tecnológicos podem melhorar a produtividade); os cogumelos serem ricos em propriedades nutricionais e medicinais e a obtenção de substratos ser de baixo custo.

No cultivo de cogumelos do gênero *Pleurotus*, diversos países vêm procurando materiais lignocelulósicos que ofereçam boa produtividade e menores custos. No México têm sido testados diversos tipos resíduos agrícolas para o cultivo de *Pleurotus* spp., principalmente resíduos derivados da produção cafeeira (Bononi, et al. 1999; Oei, 2003). As produções cafeeiras na Colômbia também vêm estimulando os produtores de *Pleurotus* spp. a utilizarem os diversos resíduos produzidos por esta atividade em diferentes metodologias de cultivo (Valencia & López, 2005). No Brasil, um dos resíduos mais utilizados no cultivo deste tipo de cogumelo é o bagaço de cana-de-açúcar; porém, segundo Dias et al. (2003), tem-se a necessidade de testar outros substratos, pois o bagaço de cana muitas das vezes não está em abundância em dada região, podendo, assim, prejudicar a produção de cogumelos.

Nos últimos anos tem sido significativo o interesse pelo uso de resíduos agroindustriais no cultivo de diversos tipos de fungos com uma infinidade de propósitos, como a produção de ácidos orgânicos, etanol, cogumelos, enzimas e importantes metabólitos biológicos secundários (Massadeh et al., 2001, Pandey et al., 1999), procurando sempre adequar a composição lignocelulósica dos resíduos utilizados à fisiologia do fungo, como também aprimorar as técnicas utilizadas no cultivo dos mais diversos tipos de fungos, entre eles os

popularmente chamados de cogumelos, visando sempre a diminuição dos custos de produção.

Segundo Sharma (1995), um dos fatores que determinam o rendimento de cogumelos é a proporção dos componentes fibrosos presentes no substrato, e a celulose, a hemicelulose e a lignina são intermediários para que ocorram trocas covalentes na formação de novas estruturas. O *Pleurotus* spp. foi considerado um eficiente colonizador e decompositor de materiais lignocelulósicos (Rajarithnam & Banu, 1987). Segundo Saxena & Rai (1992), os fungos contêm um complexo enzimático degradador de materiais lignocelósicos, sendo estas enzimas classificadas como endoglucanase, β -glucosidade, xilanase, laminarinase, laccase e oxidases polifenólicas. Thomas et al. (1998) relataram que a produtividade de *Pleurotus sajor-caju* é influenciada pelo conteúdo celulósico e a taxa celulose/lignina dos substratos e estes fatores são importantes para desenvolvimento dos basidiocarpos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste experimento foi utilizada a espécie *Pleurotus sajor-caju*, que foi cedida pelo Laboratório de Cogumelos Comestíveis e Medicinais do

Departamento de Biologia da UFLA – Universidade Federal de Lavras. A cultura foi mantida em placas de Petri com meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar).

A preparação do inoculante foi feita utilizando arroz em casca (9,0 kg) pré-cozido por aproximadamente 30 minutos em água fervente. Após o pré-cozimento, o arroz em casca foi deixado em descanso para escorrer o excesso de água, sendo adicionados, logo em seguida, farelo de trigo (1 kg), gesso (200 g), calcário (200 g) e água (1 L). Para o preparo da matriz secundária, a mistura foi acondicionada em frascos de vidro (400 g/frasco), os quais foram autoclavados a 121°C/2 horas por duas vezes. Após o resfriamento, os frascos foram inoculados com o micélio do fungo cultivado em BDA. Para a produção final do inoculante, a mesma mistura descrita anteriormente foi acondicionada em sacos de polipropileno (1 kg/saco), os quais foram autoclavados a 121°C/2 horas por duas vezes, sendo que, após o resfriamento, cada saco foi inoculado com aproximadamente 10 g da matriz secundária. O período de incubação foi de aproximadamente 30 dias, com temperaturas entre 20 e 28°C, na casa de colonização.

Foi utilizado como matéria-prima lignocelulósica, em todos os tratamentos, o resíduo de lixadeira de algodão, proveniente do beneficiamento da fibra de algodão nas indústrias têxteis. Este resíduo de algodão foi cedido pela Indústria Santanense, situada em Itaúna/MG. A serragem de eucalipto utilizada nas formulações de alguns tratamentos e naquele que serviu como testemunha foi obtida junto ao Departamento de Ciências Florestais da UFLA. O farelo de trigo usado como suplemento protéico foi adquirido no comércio de Lavras/MG.

Foi feita a correção de matéria seca em todas as matérias-primas para montagem dos substratos. Para formulação dos substratos foram feitas as pesagens conforme o percentual de cada matéria-prima considerando seu teor de nitrogênio em matéria-seca, de forma que os substratos ficassem na faixa de

0,5% e 1,0% de N-total. Foram montados cinco tratamentos tendo como base a matéria-seca dos materiais utilizados. Os tratamentos foram realizados da seguinte maneira: T₁ : 80% de serragem + 20% de farelo (testemunha); T₂: 50% de resíduo + 50% de serragem; T₃: 45% de resíduo + 45% serragem + 10% de farelo; T₄: 40% de resíduo + 40% serragem + 20% de farelo e T₅: 80% de resíduo + 20% de farelo. A serragem utilizada foi de eucalipto e o farelo, de trigo (Figura 1).

O preparo dos tratamentos foi feito através da mistura entre as matérias-primas em tambores de fibra de capacidade 100 L, adicionando-se água até o ponto em que ocorre um leve escorrimento entre os dedos, quando pressionados, indicando que a umidade estaria na faixa de 60% a 70%. Este valor foi confirmado retirando uma amostra para determinação da matéria-seca em estufa a 65°C.



28



Cada tratamento teve 10 repetições (cada saco plástico com 2 kg de substrato umedecido), portanto 50 parcelas, que foram autoclavadas a 121°C a 1 atm de pressão por duas horas, duas vezes, tendo um descanso de 24 horas entre a primeira autoclavagem e a segunda. Após o resfriamento dos sacos plásticos com os respectivos tratamentos foi feita a distribuição de 5 mL de inoculante em cada parcela. A inoculação ocorreu em câmara de fluxo laminar para evitar a contaminação do material autoclavado. Os substratos foram vedados com papel filtro preso a um aro de cano PVC através de elástico, permitindo, assim, a troca gasosa do fungo e evitando a contaminação por fungos competidores. As parcelas foram dispostas aleatoriamente na casa de colonização, onde ficaram por 60 dias. Após a colonização de todos os tratamentos foram realizados vários

cortes nos sacos plásticos, para que pudessem ser umedecidos. Após o umedecimento dos substratos na casa de cultivo, a umidade foi controlada através de nebulização, para que o ambiente ficasse com a umidade entre 80% e 90%. A temperatura da casa de cultivo foi monitorada através de um termômetro de máxima e mínima, que registrou temperaturas entre 14°C e 31 °C durante o cultivo.

Durante quarenta e cinco dias ocorreram as colheitas, tendo quatro fluxos de cogumelos neste período, que serviram de base para avaliação estatística da produtividade e EB. Os cogumelos eram colhidos, pesados e desidratados, mas antes da pesagem era feita a limpeza dos resíduos de substratos que ficavam ligados à base da estipe.

A produtividade foi calculada em g de cogumelos frescos / g substrato úmido, multiplicados por 100, e a eficiência biológica (EB) em g de cogumelos frescos / g de substrato seco, multiplicados por 100.

Os teores de nitrogênio-total (N-total) das matérias-primas e dos substratos (tratamentos) em diferentes etapas de produção foram determinados através do método de Kjeldahl (AOAC, 1990), e os teores de FDN (Fibra Detergente Neutra), FDA (Fibra Detergente Ácida), celulose, hemicelulose e lignina foram definidos de acordo com a metodologia proposta por Van Soest, descrita por Silva & Queiroz (2002), utilizando o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA para realização das análises.

O arranjo experimental no cultivo dos cogumelos foi realizado através de DIC – delineamento inteiramente casualizado. Para análise estatística usou-se o SISVAR-UFLA, e as médias foram separadas através do teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para produtividade e eficiência biológica (EB).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2.1 podem ser observados os valores encontrados para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em

detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (H-Cel) e lignina em porcentagem dos diferentes substratos, em diferentes estágios de produção, no cultivo de *Pleurotus sajor-caju*.

Os teores de nitrogênio total (N-total) foram determinados para todos os tratamentos, sendo que os valores variaram de 0,39% a 0,68% da matéria-seca no momento da montagem de cada substrato, os quais podem ser obtidos através da divisão da PB (Tabela 2.1) por 6,25 (fator de correção).

Entre os substratos testados antes da manipulação, os valores para celulose ficaram entre 40,06% e 58,15%; para hemicelulose, os teores variaram entre 8,70% e 15,59%; e para lignina houve variação entre 18,05% e 30,47% (Tabela 2.1). Todos reduziram MS em função da umidade no processo de cultivo. Em relação à PB pode-se observar que houve aumento em todos os substratos durante o cultivo do *Pleurotus*, possivelmente relacionado com a presença de micélio do fungo nos substratos e de microorganismos no meio, em simbiose com os basidiomicetos.

Em relação à fibra, pode-se observar (Tabela 2.1) que houve diminuição da FDN do início até o exaurido; já para FDA, os substratos apresentaram pequena variação nos processos de produção, com exceção do substrato 1, que apresentou diminuição durante o cultivo do cogumelo. A celulose aumentou em todos os tratamentos em relação aos substratos iniciais e ao exaurido, enquanto a hemicelulose e a lignina diminuíram em todos os tratamentos com os estágios de produção do *Pleurotus sajor-caju*. A diminuição expressiva da lignina está relacionada com a eficiência destes fungos em degradar esta estrutura e, em alguns casos, preferencialmente a celulose e a hemicelulose, como foi observado no experimento. Desta forma, pode-se relacionar o aumento da celulose à diminuição da hemicelulose e da lignina, que proporcionou uma concentração da celulose com a diminuição da massa.

Segundo Castro et al. (2004), o *Pleurotus sajor-caju*, como outros fungos causadores da podridão-branca da madeira, mostrou-se eficiente em reduzir as frações FDN e FDA ($P < 0,05$) e aumentar o teor de proteína bruta dos substratos à base de resíduo de algodão no cultivo deste fungo. Estes mesmos autores relataram, também, que a degradabilidade da FDN encontrada nos tratamentos à base de resíduo de algodão foi resultado do metabolismo do fungo *P. sajor-caju*, que é capaz de solubilizar parte dos componentes da parede celular do resíduo de lixadeira do algodão.

As alterações promovidas nos substratos durante este experimento (Tabela 2.1) também foram observadas por Bisaria et al. (1997), que trabalharam com *Pleurotus sajor-caju* inoculado em palhadas de arroz e trigo e observaram perda de matéria orgânica, indicando a degradação da celulose, hemicelulose e lignina do substrato e aumento na proteína bruta. Adamovic et al. (1998), em trabalho semelhante com *Pleurotus ostreatus*, observaram que parte substancial da MS da palhada foi degradada pelas enzimas do cogumelo.

Estudando o efeito da incubação de *Pleurotus ostreatus* no valor nutritivo do feno de braquiária, Schmidt et al. (2003a) concluíram que o fungo reduziu os teores de fibra em detergente neutro (FDN), celulose e hemicelulose em 15,3%, 13,8% e 32,7%, respectivamente, e aumentou o teor de proteína bruta (PB) do feno em 39,0%.

TABELA 2.1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (H-Cel) e lignina em porcentagem

dos diferentes substratos, em diferentes estágios de produção, no cultivo de *Pleurotus sajor-caju*.

Tratamentos	MS	PB	FDN	FDA	Cel	H-Cel	Lig
	%						
Substrato 1 I ¹	96,10	4,23	87,23	72,54	40,06	14,70	30,47
Substrato 1 C ²	93,43	4,86	88,51	66,89	44,12	21,61	21,21
Substrato 1 P ³	92,60	5,13	72,49	61,36	41,90	11,13	17,34
Substrato 2 I	98,02	2,42	90,33	81,63	58,15	8,70	22,70
Substrato 2 C	94,84	2,71	91,39	82,18	67,03	6,21	13,44
Substrato 2 P	92,65	2,83	88,34	82,30	71,73	6,05	9,39
Substrato 3 I	98,51	2,82	93,47	77,88	58,00	15,59	18,24
Substrato 3 C	93,37	3,38	90,61	79,52	65,10	10,09	13,21
Substrato 3 P	93,36	3,26	84,53	78,75	68,59	5,78	8,54
Substrato 4 I	96,55	4,11	87,86	76,02	57,15	11,84	18,05
Substrato 4 C	92,68	4,77	90,25	82,49	66,35	7,76	13,76
Substrato 4 P	93,47	4,92	78,15	74,25	61,92	3,90	10,78
Substrato 5 I	95,12	4,13	89,65	76,76	57,55	12,89	18,21
Substrato 5 C	94,16	4,79	85,51	76,41	61,23	9,10	12,18
Substrato 5 P	94,08	4,98	81,01	75,93	61,57	5,08	8,80

I¹ = substrato inicial, antes da autoclavagem; C² = substrato colonizado, antes da indução; P³ = substrato após a produção e colheita dos cogumelos.

Schmidt et al. (2003a) relataram que os fungos basidiomicetos degradam preferencialmente a lignina, sem provocar perdas consideráveis de celulose e hemicelulose. Platt et al. (1981) afirmaram que 40 a 50% do conteúdo de lignina podem ser diminuídos num período de 35 a 45 dias cultivando *Pleurotus* sobre palha de arroz.

Na Tabela 2.2 estão apresentados os dados de tempo de colonização do *Pleurotus* nos diferentes substratos e a produtividade e a eficiência biológica obtidas pelos tratamentos.

Os tratamentos apresentaram diferentes tempos de colonização, que variaram entre 28 e 50 dias (Tabela 2.2), sendo que o melhor tratamento quanto ao tempo de colonização foi o T₁ (80% serragem + 20% farelo), que completou a colonização em 28 dias, seguido pelos tratamentos T₂ (50% serragem + 50% resíduo), T₃ (45% serragem + 45% resíduo + 10% Farelo) e T₄ (40% de serragem + 40% de resíduo + 20% farelo) com 36 dias (Tabela 2). O maior tempo de colonização foi apresentado pelo T₅ (80% resíduo + 20% farelo) com 50 dias. O primeiro fluxo de cogumelos ocorreu entre o 3º e o 5º dia após a indução para todos os tratamentos. No intervalo de 30 dias foram feitas 3 colheitas, ou seja, três fluxos de cogumelos, que serviram de base para avaliar a produtividade e eficiência de biológica (EB) entre os substratos testados. Mandeel et al. (2005) mostraram que o *Pleurotus sajor-caju* teve diferentes tempo de colonização entre os substratos testados, variando entre 2 e 4 semanas, e que o cultivo durou entre 53 e 55 dias, tendo de 4 a 5 colheitas. Relataram também que mais de 50% dos cogumelos colhidos foram obtidos nos dois primeiros fluxos. Segundo Obodai et al. (2003), o tempo de colonização do *Pleurotus ostreatus* em substratos como casca de arroz, folha de bananeira, sabugo de milho e palhada de arroz variou entre 15 e 34 dias, sendo a casca de arroz o substrato que teve o menor tempo de colonização. Os mesmos autores relataram que os tempos de surgimento dos primeiros cogumelos após a indução, nestes substratos, variaram entre 4 e 6 dias, e que a maioria da massa de cogumelos colhidos ficaram nos três primeiros fluxos de 8 semanas de cultivo.

TABELA 2.2. Avaliação do tempo de colonização, da produtividade e eficiência biológica (EB) dos diferentes substratos para cultivo de *Pleurotus sajor-caju*.

Tratamentos	Tempo de colonização (dias)	Produtividade (%)*	Eficiência Biológica EB (%)**
Substrato 1	28	13,64 c ⁺	43,26 c
Substrato 2	36	0,00 e	0,00 e
Substrato 3	36	11,49 d	34,52 d
Substrato 4	36	17,22 b	49,62 b
Substrato 5	50	22,46 a	71,48 a

⁺ As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

* Produtividade = [(g de cogumelos frescos/g de substrato úmido) x 100].

** Eficiência Biológica (EB) = [(g de cogumelos frescos/g de substrato seco) x 100].

Os substratos testados quanto à produtividade foram estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, sendo que o T₅ (80% resíduo de lixadeira + 20% farelo de trigo) foi o que obteve a melhor produtividade, com 22,46% (Tabela 2). As formulações dos substratos de T₄ e T₁ foram as que apresentaram o segundo e o terceiro melhor resultado de produtividade, com 17,22% e 13,64%, respectivamente (Tabela 2), enquanto o T₂ não produziu, apesar de ter sido colonizado pelo fungo. A eficiência biológica (EB) do T₅ (80% resíduo de lixadeira + 20% farelo de trigo) foi de 71,48%, valor bem maior (P<0,05) que os demais tratamentos. Os tratamentos T₄, T₁ e T₃ apresentaram valores menores (P<0,05), decrescendo nesta ordem em relação à eficiência biológica (Tabela 2).

As formulações de T₂, T₃ e T₄ tiveram o mesmo tempo de colonização dos substratos, de 36 dias, mas apresentaram produtividades e eficiências biológicas diferentes (P<0,05). O T₅, que teve a maior produtividade, foi o substrato que apresetou o maior tempo de colonização com 50 dias; porém, após a indução apareceram cogumelos entre 3 e 5 dias, muito similar ao que ocorreu com os demais tratamentos. Nos três fluxos avaliados, os quatro tratamentos produziram cogumelos em abundância e com boa aparência, com exceção do T₂, que não produziu. O teor de N inicial no T₂ foi o mais baixo, com 0,39%, e este foi o tratamento que não teve inclusão de farelo de trigo, ingrediente protéico, em sua formulação, e apesar de ter apresentado um tempo de colonização, de 36 dias, semelhante aos tratamentos T₃ e T₄, não produziu um único cogumelo. Alguns autores afirmam que a inclusão de fonte de nitrogênio, na forma orgânica ou mineral, em substratos pobres deste elemento, proporciona aumento na produção de cogumelos, principalmente nas espécies *Pleurotus sajor-caju* (Permana et al., 2000; Royse et al., 1991; Zadrazil, 1980). No entanto, Bisaria et al. (1997) destacam a importância da suplementação protéica de substratos pobres em N, na forma orgânica ou mineral, mas em pequenas quantidades, pois o excesso de N também pode inibir a síntese das enzimas degradadoras da lignina, podendo, desta forma, diminuir a degradabilidade do substrato e interferir negativamente na produção.

A utilização de vários tipos de resíduos agrícolas disponíveis na região, como também de muitas espécies de gramíneas, pode baixar os custos da produção dos cogumelos do gênero *Pleurotus*. Dias et al. (2003), buscando novos substratos para cultivo de *Pleurotus sajor-caju*, verificaram, através do sistema axênico de cultivo, que a palha de feijão pura apresentou 85,7% de EB, enquanto a palha de milho enriquecida com farelo de trigo teve 83,3%. Os autores relatam que é necessário buscar outros tipos de substratos além do bagaço de cana-de-açúcar, que é o substrato mais usado para produção de

cogumelos, pois nem todas as regiões do Brasil possuem disponibilidade desta matéria-prima. Para minimizar os custos de produção é necessário buscar resíduos agrícolas, agroindustriais e gramíneas que podem ser encontrados na região do produtor.

Utilizando a eficiência biológica (EB) como parâmetro de avaliação de cogumelos, podem-se observar os diferentes resultados nos mais diversificados tipos de substratos. Valencia & López (2005), no México, têm testado experimentalmente vários tipos de resíduos agroindustriais, como polpa de café, para o cultivo, alcançando boa produtividade. Segundo Tisdale et al. (2005), a eficiência biológica de *Pleurotus ostreatus* cultivados em lascas de várias espécies de eucalipto, utilizando a autoclavagem por 3 horas, variou entre 57,7% e 97,9%. Em Gana, no continente africano, a eficiência biológica para diferentes formas de resíduos, como, por exemplo, serragem, palha de arroz, folha de bananeira e sabugo de milho, usados como substratos para cultivo de *Pleurotus ostreatus*, ficou entre 7,76% e 61,04%. Chang et al. (1981) produziram *Pleurotus sajor-caju* em resíduos da cultura de algodão, com EB de 79,18%, em 4 fluxos produtivos. Madan et al. (1987) obtiveram uma EB de 108% com a produção de *P. sajor-caju* em palha de trigo, enquanto Bisaria et al. (1987) obtiveram uma EB de 78% para o mesmo cogumelo e substrato. Royse & Schisler (1987) obtiveram 85% em EB para produção de *Pleurotus ostreatus* em palha de trigo e espiga de milho e 73% de EB para produção de *P. sajor-caju* no mesmo substrato e cultivo. Thomas et al. (1998) relataram que usando diversos tipos de folhas de palmeiras de jardim trituradas no cultivo de *Pleurotus sajor-caju* na Índia, utilizando a metodologia de autoclavagem por uma hora e meia, os valores de eficiência biológica ficaram entre 38,2% e 58,9%.

Castro (2003) avaliou o uso de resíduo de lixadeira de algodão na produção de *Pleurotus sajor-caju* e encontrou uma eficiência biológica de 55,73%, enquanto Rangunathan e Swaminathan (2003) trabalharam com *P. sajor-*

caju em diferentes substratos lignocelulósicos e relataram uma eficiência biológica de 23,64 a 41,42% para restos de colheita de algodão.

Desta forma, podemos destacar a eficiência biológica apresentada pelo T₅ (71,49%), que foi aquele que apresentou a maior quantidade de resíduo de lixadeira de algodão (80%) em sua formulação e o que apresentou as maiores produtividade e eficiência biológica, satisfatórias em relação à literatura pertinente.

A expansão da cultura de cogumelos comestíveis depende de estudos visando maior produtividade, controle de qualidade, aproveitamento da matéria orgânica disponível, produção a baixo custo e exportação. Em termos comerciais, o cogumelo apresenta uma das maiores taxas de retorno por unidade de área, podendo gerar um lucro de até 150% sobre o capital investido ao final do período produtivo. Esta porcentagem pode variar em função do cogumelo cultivado e da época do ano, em razão dos períodos de safra e entressafra de algumas espécies (Moda, 2003). A técnica axênica (autoclavagem) no cultivo de cogumelos do gênero *Pleurotus* é muito utilizada em diversas partes do mundo, principalmente para observação de inúmeras formulações de substratos que podem ser feitas para determinar as melhores matérias-primas para produção destes cogumelos na região em que estes materiais são encontrados em abundância.

5. CONCLUSÕES

O resíduo de algodão suplementado com farelo de trigo mostrou ser um bom substrato para produção de *Pleurotus sajor-caju*, fazendo uso da metodologia de autoclavagem (cultivo axênico).

O *Pleurotus sajor-caju* promoveu alterações nos substratos nas diferentes fases de produção, entre as quais podemos destacar alterações na estrutura da fibra e incremento de N.

O uso da tecnologia de produção de *Pleurotus sajor-caju* utilizando resíduo de lixadeira de algodão pode ser uma alternativa viável para condicionar este resíduo para outros usos, como alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMOVIC, M.; GRUBIC, G.; MILENKOVIC, I.; JAVONOVIC, R.; PROTIC, R.; SRETENOVIC, L.; STOICEVIC, L. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 71, n. 3/4, p. 357-362, Apr. 1998.

AGRIANUAL 2002 – Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP/ Agros, 2002.

ALMEIDA, O. C.; PAIVA, P. C. A.; REZENDE, C. A. P.; PEREZ, J. R. O.; BANYNS, V. L.; MUNIZ, J. A.; BONFIM, M. A.; BONFIM, E. R. P. Cinética ruminal do resíduo têxtil da fibra do algodão submetido a tratamentos físicos e químicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 846-851, jul./ago. 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of the Association of Analytical Chemist**. 15. ed. Washington, 1990. v. 1, 684 p.

BISARIA, R.; MADAN, M.; BISARIA, V. S. Biological efficiency and nutritive value of *Pleurotus sajor-caju* cultivated on different agro-wastes. **Biological Wastes**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 239-255, 1987.

BISARIA, R.; MADAN, M.; VASUDEVAN, P. Utilization of agro-residues as animal feed through bioconversion. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 5-8, 1997.

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

CAPELARI, M. **Atividade biodegradadora e cultivo de três espécies comestíveis de basideomicetos: *Pleurotus spp* e *Agrocybe perfecta* (Rick) sing.** 1996. 190 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

CASTRO, A. L. A. **Resíduo de lixadeira do algodão: produção de cogumelo, ensilagem e alterações da composição bromatológica e degradabilidade**. 2003. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; DIAS, E. S.; SANTOS, J. Avaliação das alterações bromatológicas e de degradabilidade do resíduo de lixadeira do Algodão após tratamento biológico com *Pleurotus sajor-caju*. **Ciência e Agrotécologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 608-613, maio/jun. 2004.

CHANG, S. T.; LAU, O. W.; CHO, K. Y. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju*. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 12, n. 1, p. 58-62, 1981.

DIAS, E. S.; KOSHIKUMO, E. M. S.; SCHWAN, R. S.; SILVA, R. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotécologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1363-1369, 2003.

HAMLIN, P. F. Cultivation of edible mushrooms on cotton waste. **The Mycologist**, Edinburgh, v. 3, n. 4, p. 171-173, 1989.

JONES, E. B. G.; LIM, G. Edible mushrooms in Singapore and other southeast countries. **The Micologist**, Edinburgh, v. 4, n. 3, p. 119-124, 1990.

LEONG, P. C. Cultivation of *Pleurotus* Mushrooms On Cotton Waste Substrate In Singapore. In: CHANG AND, S. T.; QIUMIO, T. H. (Ed.). **Tropical mushrooms**. Hong Kong: The Chinese University Press, 1982. p. 349-361.

MADAN, M.; VASUDEVAN, P.; SHARMA, S. Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* on different wastes. **Biological Wastes**, Oxford, v. 22, n. 4, p. 241-250, 1987.

MANDEEL, Q. A.; AL-LAITHH, A. A.; MOHAMED, S. A. Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp) on various lignocellulosic wastes. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, New York, v. 21, n. 4, p. 601-607, 2005.

MASSADEH, M.; YUSOFF, W. M. W.; OMAR, O.; KADER, J. Synergism of cellulose enzymes in mixed culture solid substrate fermentation. **Biotechnology Letter**, Dordrecht, v. 24, n. 21, p. 1771-1774, 2001.

MASSUDA, E. M. Produção e consumo de algodão e as indústrias de fiações de algodão no Paraná. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences**. Maringá, v. 27, n. 1, p. 61-68, jan./jun. 2005.

MODA, E. M. **Produção de *Pleurotus sajor-caju* em bagaço de cana-de-açúcar lavado e o uso de aditivos visando sua conservação “in natura”**. 2003. 84 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

OBODAI, M.; CLELAND-OKINE, J.; VOWOTOR, K. A. Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products. **Journal Industrial Microbiology & Biotechnonology**, Berlin, v. 30, n. 3, p. 146-149, Mar. 2003.

OEI, P. **Mushroom cultivation – Appropriate technology for mushroom growers**. 3. ed. The Netherlands: Backhuys Publishers Leiden, 2003. 429 p.

PANDEY, P.; SELVAKUMAR, C. R.; SOCCOL, C. R.; NIGAM, P. Solid-state fermentation for production of industrial enzymes. **Current Science**, Bangalore, v. 77, n. 2, p. 149-162, 1999.

PERMANA, I. G.; FLACHOWSKY, G.; MEULEN, U. ter; ZANDRAZIL, F. Use of sugarcane bagasse for mushroom and animal feed production. **Mushroom Science**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 385-390, 2000.

PLATT, M.; CHET, I.; HENIS, Y. Lignocellulose degradation during growth of the mushroom *Pleurotus sp.* Florida on cotton straw. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 13, n. 2, p. 194-201, 1981.

RAGUNATHAN, R.; SWAMINATHAN, K. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. **Food Chemistry**, Oxford, v. 80, n. 3, p. 371-375, Mar. 2003.

RAJARATHNAM, S.; BANO, Z. *Pleurotus* mushrooms part IA. Morphology, life cycle, taxonomy, breeding and cultivation. **CRC Critical Review of Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 26, n. 2, p. 157-223, 1987.

ROYSE, D. J.; FALES, S. L.; KARUNANANDAA, K. Influence of formaldehyde treated soybean and commercial nutrient supplementation on mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) yield and *in vitro* dry matter digestibility of spent substrate. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 36, n. 3, p. 425-429, Dec. 1991.

ROYSE, D. J.; SCHISLER, L. C. Yield and size of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* as effected by delayed-release nutriet. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 26, n. 2, p. 191-194, May 1987.

SANTOS, J.; CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; BANYNS, V. L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 919-923, jul./ago. 2004.

SAXENA, S.; RAI, R. . D. Effect of nitrogen on production of extracellular degradative enzymes by *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer on wheat straw. **Mushroom Research**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 45-48, 1992.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; NASCIMENTO, J. S.; VARGAS JUNIOR, F. M. Tratamento do feno de braquiária pelo fungo *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1866-1871, nov./dez. 2003a.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; VARGAS JUNIOR, F. M.; ROSSI, P. Valor nutritivo do feno de braquiária amonizado com uréia ou inoculado com *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2040-2049, nov./dez. 2003b.

SHARMA, H. S. S. Thermogravimetric analysis of mushroom (*Agaricus bisporus*) compost for fibre components. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE SCIENCE AND CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI, 14., 1995, Balkema, Rotterdam. **Proceedings...** Balkema, Rotterdam, 1995. p. 267-273.

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

SOUZA, O. Tratamento de subprodutos e resíduos lignocelulósicos com uréia na alimentação de ruminantes. In. CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p. 195-213.

TAN, K. K. Cultivation of The Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus* on Cotton Waste. **Mushroom Science**, Amsterdam, v. 11, p. 697-703, 1981.

THOMAS, G. V.; PRABHU, S. R.; REENY, M. Z.; BOPAIAH, B. M. Evaluation on lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, v. 14, n. 6, p. 879-882, Nov. 1998.

TISDALE, T. E.; MIYASAKA, S. C.; HEMMES, D. E. Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, n. 3, Mar. 2005.

URBEN, A. F. Caracterização morfológica e fisiológica de acessos de *Agaricus blazei* e *A. sylvaticus*. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 5., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília, 2005. p. 203-205.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 2.ed. rer. e ampl. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 187 p.

VALENCIA, N. R.; LÓPEZ, C. J. **Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera**. Caldas, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de café “Pedro Uribe Mejía”, 2005. (Boletim Técnico Cenicafé, n. 27).

ZADRAZIL, F. Influence of ammonium nitrate and organic supplements on the yield of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 9, n. 1, p. 31-35, 1980.

CAPÍTULO III

AVALIAÇÃO DO CULTIVO DE *Agaricus blazei* SOBRE O RESÍDUO DE ALGODÃO DA INDÚSTRIA TÊXTIL PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

RESUMO

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. Avaliação do cultivo de *Agaricus blazei* sobre o resíduo de algodão da indústria têxtil para alimentação de ruminantes. In: _____. **Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo**. 2007. 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.⁵

Um dos pontos estratégicos para a produção de cogumelos, entre estes o *Agaricus blazei*, no Brasil, é busca por matérias-primas de qualidade nutritiva apropriada para o bom desenvolvimento micelial, como também de custo reduzido. Os resíduos agroindustriais estão sendo cada vez mais utilizados pelos produtores de cogumelos de diversas espécies em função do seu menor custo, da boa disponibilidade durante várias épocas do ano e de apresentarem bons resultados de produtividade. O resíduo de algodão de lixadeira das indústrias têxteis entra no sistema de produção de cogumelos como uma provável fonte para obtenção de bons substratos para o cultivo. Deste modo, este trabalho teve como objetivo observar a produtividade e eficiência biológica (EB) no cultivo de *Agaricus blazei* – CS1, fazendo uso de resíduos de algodão, e as alterações promovidas pelo fungo nos substratos utilizados. O experimento foi montado com diferentes concentrações de resíduo de algodão associado com capim “coastcross”, comparado com o tratamento testemunha que não recebeu algodão. Os tratamentos foram montados da seguinte maneira: C1 (Testemunha) = 45% de capim “coastcross” e 45% de bagaço de cana-de-açúcar; C2 = 15% de resíduo de algodão e 75% de capim “coastcross”; C3 = 30% de resíduo de algodão e 60% de capim “coastcross”; C4 = 45% de capim “coastcross” e 45% de resíduo de algodão. Todos os quatro tratamentos foram suplementados com 10% de farelo de trigo. Deste modo, o teor de N nos tratamentos ficou em torno de 1% no início da compostagem. Os nutrientes dos substratos foram alterados no decorrer das fases experimentais; pode-se destacar o aumento da PB e a diminuição da celulose e da hemicelulose de todos os tratamentos. Os resultados mostraram que a produtividade da testemunha foi estaticamente maior ($P < 0,05$) que os demais tratamentos com resíduos de algodão, com 13,28% e 44,27 de eficiência biológica. Porém, os resultados apresentados pelos tratamentos 2 e 3 não diferiram entre si estatisticamente. Estes tratamentos tinham as maiores concentrações de resíduo de algodão e apresentaram produtividades em torno de

⁵ **Comitê Orientador:** Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Orientador); Eustáquio Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

11% e EB entre 36% e 39%, que podem ser considerados bons resultados para o cultivo de *A. blazei* no Brasil. A colonização total do material ficou em torno de 30 dias, já as colheitas ocorreram durante dois meses aproximadamente, tendo por volta de 4 colheitas. Desta forma, o uso de resíduo de algodão no cultivo de *Agaricus blazei* pode ser uma alternativa viável para eliminação deste resíduo e para melhorar a sua qualidade quando utilizado na alimentação de ruminantes.

Palavras Chave: Cogumelo, *Agaricus blazei*, Resíduo de Algodão, FDN, Celulose.

ABSTRACT

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. Evaluation of the cultivation of *Agaricus blazei* on the cotton textile mill waste for ruminant feeding. In____. **Quality and nutritive value of cotton textile mill waste submitted to mushroom cultivation.** 2007. 165p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.⁶

One of the strategic issues for mushroom production, among these, *Agaricus blazei* in Brazil, is the search for raw materials of nutritive quality fit for the good mycelial development, as well as also of reduced cost. Agroindustrial wastes have been more and more utilized by the growers of mushroom of several species as related to lower cost, high availability during a number of seasons of the year and for presenting good yield results. Cotton textile mill waste enters the mushroom production system, as a likely source for obtaining good substrates for cultivation. In this way, this work aimed to observe the yield and biologic efficiency (EB) in the cultivation of *Agaricus blazei* – CS1, making use of cotton wastes produced in the mills of Indústria Têxtil Santanense (Santanense Textile Industry), situated in Itaúna/MG and the alterations promoted by the fungus in the utilized substrates. The experiment was set up with different concentrations of cotton waste associated with “coastcross” grass, compared with the control treatment which was given no cotton. The treatments were set up in the following manner: C1 (Control) = 45% of “coast-cross” grass and 45% of sugar cane bagasse; C2 = 15% of cotton waste and 75% of “coastcross” grass; C3 = 30% of cotton waste and 60% of “coast-cross” grass; C4 = 45% of “coastcross” grass and 45% of cotton waste. All the four treatments were supplemented with 10% of wheat meal, in this way the content of N in the treatments was around 1% at the beginning of the composting. The nutrients of the substrates were altered over the experimental phase, the increase in CP and decrease of cellulose and hemicellulose of all the treatments can be stood out. The results showed that the yield of the control was statistically higher ($P < 0.05$) than the other treatments with cotton waste with 13.28% and 44.27% of biologic efficiency. But the results presented by treatments 2 and 3 did not differ from one another statistically. These treatments had the highest concentrations of cotton waste and showed yields of around 11% and GE between 36% and 39%, which can be considered as good results for the cultivation of *A. blazei* in Brazil.

⁶ Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Adviser); Eustaquio de Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

The total colonization of the material lay around 30 days, but the harvests occurred for two months or so, presenting around 4 harvests. In this way, the use of cotton textile mill waste in the cultivation of *Agaricus blazei* may be a viable alternative to eliminate this waste and improve its quality when utilized in ruminant feeding.

Key words: Mushroom, *Agaricus blazei*, Cotton Waste, NDF, Cellulose

1. INTRODUÇÃO

O resíduo de lixadeira de algodão é um subproduto da indústria têxtil gerado no processo de polimento do tecido. Este resíduo é rico em constituintes da parede celular do algodão e, devido à sua estrutura bem organizada, se torna pouco degradado, ficando armazenado nos pátios das indústrias e poluindo o ambiente.

Uma alternativa para o uso do resíduo de lixadeira pode ser a produção do cogumelo *Agaricus blazei*, também conhecido como cogumelo do sol, a qual vem despertando grande interesse da comunidade científica porque, além de possuir um alto valor nutritivo, com poucas calorias, esse cogumelo apresentou, em estudos científicos recentes, propriedades medicinais potenciais pela presença das β -glucanas, que são polissacarídeos supostamente responsáveis por algumas propriedades benéficas à saúde humana, como atividade imunomodulatória, antioxidante, antiinflamatória e anticancerígena. Além disso, o *Agaricus blazei* possui um alto valor comercial, sendo o Japão, os EUA e o Canadá os principais importadores deste cogumelo desidratado.

O *Agaricus blazei* é um fungo da classe dos basidiomicetos decompositores capazes de degradar celulose, hemicelulose e lignina; portanto, materiais fibrosos são utilizados para a produção de *A. blazei* e o resíduo modificado, após a produção dos cogumelos, pode ser usado na alimentação animal.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso do resíduo de lixadeira de algodão na produção do cogumelo *Agaricus blazei* e o efeito do fungo sobre as diferentes formulações de substratos, para posterior utilização na alimentação de ruminantes.

2. REFERÊNCIAL TEORICO

Hamlyn (1989) relatou que 7% da fibra do algodão se transformam em resíduo durante o beneficiamento, sendo classificados em dois tipos: o primeiro é reutilizado pela indústria e o segundo é descartado. Os resíduos gerados pelas máquinas durante o beneficiamento do algodão nas indústrias têxteis fornecem um substrato ideal para a produção de alguns cogumelos comestíveis. Os produtores de cogumelos em Singapura e países próximos fazem uso de diversos tipos de substratos para produção de cogumelos, como fibra de algodão da indústria têxtil, folhas de bananeiras, palha de arroz e serragem, entre outros.

O resíduo de lixadeira, resultante do beneficiamento do algodão na indústria têxtil do algodão, é um alimento que apresenta grande quantidade de constituintes de parede celular (celulose, hemicelulose e lignina), tem baixa digestibilidade e é pobre em proteínas e minerais (Santos et al., 2004). Castro et al. (2004) estudaram o resíduo de lixadeira do algodão e encontraram valores de 1,22%; 94,4%; 91,34%; 89,59%; 3,06% e 1,77% para proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente.

Schmidt et al. (2003) descreveram que o tratamento biológico tem por base a inoculação com microorganismos (fungos basidiomicetos) que atuam sobre o substrato, degradando preferencialmente a lignina, sem provocar perdas consideráveis de celulose e hemicelulose, enquanto Capelari (1996) e Souza (1998) destacaram que os fungos basidiomicetos decompositores, em tratamentos biológicos, são capazes de degradar celulose, hemicelulose e lignina.

O fungo *Agaricus blazei* faz parte dos microrganismos eucarióticos e é classificado no Reino *Fungi*, divisão Basidiomycota, ordem Agaricales, família Agaricaceae, espécie *Agaricus blazei* (Alexopoulos et al., 1996).

O *Agaricus blazei* produz um cogumelo que vem despertando grande interesse da comunidade científica, pois além de possuir elevado valor nutritivo, com poucas calorias, apresentou, em estudos científicos recentes, propriedades medicinais potenciais. Quando desidratado, é rico em proteínas e carboidratos, contendo de 40 a 45% de proteína bruta, 38 a 45% de carboidratos, 6 a 8% de fibra, 5 a 7% de cinzas e 3 a 4% de lipídeos, com predominância do ácido linoléico (70 a 78%). Contém vitaminas do complexo B (B1 e B2), niacina e grande quantidade de potássio (2,97%), além de outros minerais como P, Mg, Ca, Na, Cu, Zn, Fe, Mn e Mo (Mizuno, 1995; Morais et al., 2000; Ranzani & Sturion, 1998; Urben, 2004; Vedder, 1991).

Os cogumelos comestíveis contêm importantes propriedades funcionais, em particular β -glucanas, homo e hetero-glucanas, supostamente responsáveis por algumas propriedades benéficas à saúde humana, como atividade imunomodulatória, antioxidante, antiinflamatória e anticancerígena (Park et al., 2003).

No Brasil, o consumo de cogumelos vem crescendo significativamente devido ao reconhecimento do seu alto valor nutritivo e ao aumento da oferta, tornando o produto mais popular e acessível. Os principais cogumelos são o *Agaricus bisporus* Lange (*Champignon*); o *Lentinula edodes* Berk (*Shiitake*) e espécies do gênero *Pleurotus* (Eira & Minhoni, 1997). Um dos substratos mais utilizados no Brasil para produção de *A. blazei* é o bagaço de cana-de-açúcar associado com outra gramínea. Porém, como ressaltam Dias et al. (2003), há necessidade de testes com outros substratos lignocelulósicos para produção de cogumelos, pois as matérias-primas mais utilizadas pela maioria dos produtores

de cogumelos podem não ocorrer em grandes quantidades na região, provocando, assim, um aumento relativo nos custos de produção.

O *Agaricus blazei* é um fungo decompositor e sua nutrição é baseada em matérias-primas lignocelulósicas. Portanto, torna-se necessário conhecer os teores de celulose, hemicelulose e lignina da matéria-prima utilizada, se esses teores se modificam ao longo do processo de compostagem, como também após a pasteurização, que antecede a inoculação do fungo, e como encontram-se estes teores após a finalização da colheita dos cogumelos. Um dos fatores que determinam o rendimento de cogumelos é a proporção dos componentes fibrosos presentes no composto pasteurizado (Sharma, 1995; Stanek, 1972). Segundo Sharma (1995), celulose, hemicelulose e lignina são intermediários para que ocorram trocas covalentes na formação de novas estruturas fúngicas. Assim, o conhecimento das proporções destes componentes pode prover melhores informações sobre a seletividade da nutrição de *Agaricus blazei*. O conhecimento do valor nutritivo dos polissacarídeos e frações de lignina no composto para cogumelos é importante para assegurar um composto de melhor qualidade (Ilyama et al, 1994; Wood & Fermor, 1985).

Urban (2004) relatou que o composto para cultivo de *Agaricus blazei* é constituído, em geral, de materiais fibrosos à base de palhas vegetais (ricas em carbono e pobres em nitrogênio), que devem ser organizadas em pilhas, e que o nitrogênio orgânico deve ser corrigido com adição de alguns materiais suplementares, tais como farelos e tortas, tendo uma relação C/N inicial entre 25 e 30. O uso de matérias fibrosas na produção de compostos para o *Agaricus blazei* é possível devido aos cogumelos deste gênero produzirem enzimas lignolíticas, celulolíticas e hemicelulolíticas (Eira, 2003).

Composto exaurido pelo cogumelo é o material de seu cultivo após a colheita do último fluxo, ou seja, depois de esgotada a safra. Trata-se do substrato em que foi inoculado e cultivado o cogumelo, que restou após o ciclo

produtivo. Do ponto de vista da reciclagem da matéria orgânica, esse material é ainda rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (Maher et al., 2000).

Ortega et al. (1992) e Patrabansh & Madan (1997) relataram que a maior quantidade de N no substrato exaurido em relação ao substrato inicial pode estar relacionada a uma possível mobilização de N pelos cogumelos, fato também comprovado por Yara (2002), que observou, em seus estudos, a presença de bactérias que poderiam estar em simbiose com os fungos e, assim, fixando N.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado, neste experimento, o isolado do fungo *Agaricus blazei* CS1 da coleção do Laboratório de Cogumelos Comestíveis da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

O preparo do inoculante foi feito com arroz em casca enriquecido com 10% de farelo de trigo. O arroz em casca foi pré-cozido durante 30 minutos e misturado ao farelo de trigo, sendo acondicionado em frascos de vidro contendo 300 mL de substrato, devidamente fechados com tampão de algodão e autoclavados a 121°C e 1 atm de pressão por 2 horas em duas seções, com intervalo de 24 horas entre as autoclavagens. A inoculação do substrato foi feita em câmara de fluxo laminar colocando discos de 5 mm da cultura (BDA) com o *Agaricus blazei* isolado CS1 sobre o substrato. Logo após, os mesmos foram incubados na sala de colonização com temperaturas entre 20 a 28°C.

No experimento foi utilizado o sistema convencional de compostagem/pasteurização, ou seja, compostagem de duas semanas (Fase I) e pasteurização/condicionamento (fase II) também de duas semanas.

No pátio de compostagem do Setor de Produção de Cogumelos do Departamento de Biologia da UFLA foram montadas quatro pilhas de compostagem com diferentes formulações, sendo uma padrão, como é de rotina no Departamento de Biologia, e as outras três contendo o resíduo de lixadeira em diferentes proporções, como pode ser observado na Tabela 3.1. Os tratamentos foram montados da seguinte maneira: C1 (Testemunha) = 45% de capim “coastcross” e 45% de bagaço de cana-de-açúcar; C2 = 15% de resíduo de algodão e 75% de capim “coastcross”; C3 = 30% de resíduo de algodão e 60% de capim “coastcross”; C4 = 45% de capim “coastcross” e 45% de resíduo de algodão. Todos os quatro tratamentos foram suplementados com 10% de farelo de trigo.

Os compostos foram suplementados posteriormente, na quarta reviragem, com 2% de calcário, 2% de gesso agrícola, 1% de superfosfato simples e uréia numa quantidade suficiente para que o material atingisse 1% de N envolvendo a composição de N de todos os ingredientes.

TABELA 3.1. Ingredientes utilizados nos compostos C1, C2, C3 e C4 em Kg de MS.

Ingredientes	Compostos			
	C1	C2	C3	C4
Resíduo de lixadeira	0	45	90	135
Feno de <i>coastcross</i>	135	225	180	135
Bagaço de cana	135	0	0	0
Farelo de trigo	30	30	30	30
Suplementação	C1	C2	C3	C4
Calcário	6	6	6	6
Gesso agrícola	6	6	6	6
Superfosfato Simples	3	3	3	3
Uréia	1,3	0	0,6	1,3

Foi utilizado o resíduo de lixadeira de algodão da Indústria Têxtil Santanense de Itaúna/MG, que cedeu o material para realização do experimento. A gramínea utilizada foi o capim “coastcross” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) considerado de baixa qualidade para alimentação de ruminantes, mas próprio para o cultivo do cogumelo. As matérias-primas estavam secas no momento da montagem das pilhas, as quais foram pesadas no momento da montagem levando em conta a quantidade de matéria seca determinada dois dias antes da

montagem, através da secagem das matérias-primas a 65°C em estufa de ventilação forçada.



FIGURA 3.1. 1. Pesagem dos ingredientes; 2 e 3. Montagem das pilhas; 4. Pilha pronta; 5. Ensacamento e inoculação; 6. Produção.

Foi feita a correção de matéria seca em todas as matérias-primas para montagem dos substratos. Para formulação dos substratos foram feitas as pesagens conforme o percentual de cada matéria-prima considerando seu teor de nitrogênio, de forma que os substratos ficassem na faixa de 1,0% da MS.

Após a pesagem das matérias-primas de cada tratamento foi montado um estrado de madeira (1,5x1,5x1,5m) para receber os materiais, no qual o composto 1 (testemunha) foi disposto em camadas sobrepostas, para posterior homogeneização durante as sucessivas reviragens (Figura 1). Na montagem das camadas o capim “coastcross” foi submerso em tambores com água, facilitando seu umedecimento. O umedecimento da pilha foi feito através de mangueira com água em abundância durante a montagem, para que todo o material pudesse absorver o máximo de água possível. Nos compostos que continham resíduo de algodão, o material era misturado aos poucos em tambores com água junto com o capim. As reviragens das pilhas ocorreram sempre às segundas, quartas e sextas-feiras, durante 2 semanas. Como descrito anteriormente, a suplementação foi feita na quarta reviragem após a verificação da umidade, através do teste da mão, que consiste em apertar entre os dedos uma porção do composto, que deverá ter um leve escorrimento.

Para a pasteurização e o condicionamento do composto de cultivo de *Agaricus blazei* foi utilizada uma câmara de 2x2x4 m (largura x altura x profundidade) com um sistema de ventilação forçada. Os quatro tratamentos foram divididos por compensados dentro do túnel para evitar o contato de um tratamento com outro. Antes de ligar o sistema de ventilação, o composto foi deixado em repouso, com a porta aberta até recuperar a temperatura normal. A pasteurização foi de 12 horas com temperatura média de 60°C. Os tratamentos ficaram por 13 dias em condicionamento físico-químico-biológico, tendo temperatura média entre 40-45°C. No 13º dia de condicionamento, o motor foi

desligado e os tratamentos foram mantidos dentro do túnel por 12 horas (uma noite), aguardando a queda da temperatura para aproximadamente 25°C.

Após o resfriamento do composto a aproximadamente 25°C, o material foi acondicionado em sacolas plásticas (10kg/sacola) (Figura 1). A inoculação do *Agaricus blazei* CS1 para todos os tratamentos foi de 200 mL de inoculante para cada sacola com 10 Kg de substrato. O inóculo foi espalhado na superfície para maximizar a colonização.

A incubação foi feita na casa de colonização, disponibilizando as sacolas em prateleiras. As sacolas foram semifechadas para permitir a troca gasosa. A temperatura variou de acordo com a temperatura ambiente (mínima de 16 e máxima de 32°C).

Vasos de polietileno (capacidade para 20 L) foram preenchidos com 5 kg de substrato colonizado, os quais receberam 5 cm de terra de cobertura, sendo posteriormente umedecidos.

A terra de cobertura utilizada para todos os experimentos foi o Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) de horizonte B (barranco), extraído da reserva florestal do Departamento de Engenharia Florestal – UFLA. Este solo foi misturado com munha de carvão vegetal no volume de 4:1, após ser peneirada para retirada de torrões maiores, pedaços de madeira e quaisquer outras sujidades. Antes de misturar o LVdf com carvão vegetal, foi feita a correção de pH do solo através da adição calcário calcítico com o intuito de elevar a saturação de bases a 60%. A terra de cobertura não sofreu nenhum processo de desinfestação.

A produção ocorreu na casa de cultivo de cogumelos do DBI/UFLA. A temperatura dentro da casa foi monitorada através de termômetro de máxima e mínima. As temperaturas oscilaram entre 17 e 28°C durante este período, sendo que as mais baixas ocorriam principalmente durante a noite. O cultivo teve duração de 101 dias a partir da indução. A umidade do ambiente foi mantida

através do umedecimento do local com nebulização por dispositivo automático, mantendo a umidade acima de 80%. O monitoramento da umidade foi feito através de termohigrômetro, que registrou variações entre 75 e 90% durante todo o cultivo. A terra de cobertura foi umedecida sempre que necessário, depois de uma avaliação visual e com toque dos dedos sobre o solo.

Os teores de nitrogênio-total (N-total) e proteína bruta (PB) das matérias-primas e dos tratamentos na montagem das pilhas, na 5ª reviragem, após a pasteurização e no exaurido, foram determinados através do método de Kjeldahl (Silva & Queiroz, 2002), e os teores FDN (Fibra Detergente Neutra), FDA (Fibra Detergente Ácida), celulose, hemicelulose e lignina, definidos pelo método de Van Soest, descrito por Silva & Queiroz (2002), utilizado no Laboratório de Zootecnia da UFLA, local em que foram realizadas as análises.

O arranjo experimental no cultivo dos cogumelos foi realizado através de DIC–delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos de composto com 10 vasos/repetições, ou seja, 40 parcelas, sorteadas e distribuídas aleatoriamente nas prateleiras da casa de cultivo de cogumelos. Para a análise estatística usou-se o programa o SISVAR-UFLA, e as médias foram separadas através do teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para produtividade e eficiência biológica.

As colheitas foram realizadas pela manhã e no final de tarde. Após colheita dos cogumelos foi feita a limpeza da sujidade de sua base utilizando uma escova, para posterior pesagem sem a presença de terra ou pedaços de carvão vegetal. Após anotações da massa nos respectivos tratamentos foi feita a lavagem dos cogumelos. A lavagem foi feita com jato leve de água através de um aspersor. Após a lavagem eram retiradas, na base do cogumelo, manchas avermelhadas em decorrência da terra de cobertura. Depois os cogumelos foram fatiados ao meio para secagem em secadora, iniciando com 40°C a 60°C e baixando para 45°C após 24 horas de secagem. Os cogumelos secos eram

embalados em sacos plásticos com sachê de sílica e selados para armazenamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3.2 estão apresentados os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (H-Cel) e lignina dos compostos experimentais, em diferentes fases do cultivo do *Agaricus blazei* CS1.

Pode-se observar que a MS teve um ligeiro aumento em quase todos os tratamentos, decorrente da perda de umidade durante o cultivo do cogumelo (Tabela 3.2). Em relação à PB, todos os tratamentos apresentaram aumento no decorrer das fases de produção. Houve diminuição da porcentagem de FDN, FDA, Cel e H-Cel nos compostos em todos os tratamentos nas fases de cultivo. Em relação à lignina, foi observado um aumento da porcentagem nos compostos até a fase de pasteurização/condicionamento, vindo a diminuir consideravelmente nas fases de colonização do fungo e produção de cogumelos (Tabela 3.2).

O aumento da PB observado do início da compostagem até a 5ª reviragem (Tabela 3.2) está relacionado com a suplementação de uréia para padronizar as pilhas com 1% de N, e ainda com os microorganismos termófilos que atuam no processo de compostagem. Já o aumento de PB durante as fases de pasteurização e condicionamento está relacionado com a atuação de microorganismos presentes no processo e uma concentração de PB, já que houve diminuição da massa em relação aos compostos iniciais. Nas fases de colonização e produção de cogumelo, o aumento de PB provavelmente está relacionado com a presença de micélios do *A. blazei* no meio, além da presença de microorganismos que atuam no substrato em simbiose com o fungo.

TABELA 3.2. Nutrientes dos diferentes compostos contendo o resíduo de lixadeira em diferentes fases do processo de produção do *Agaricus blazei*.

Tratamentos	MS	PB	FDN	FDA	Cel	H-Cel	Lig
	%						
Composto 1 I ¹	89,32	6,20	82,36	56,46	43,30	25,90	12,60
Composto 1 S ²	90,21	10,34	74,46	52,86	33,90	21,60	18,60
Composto 1 P ³	90,35	14,10	58,25	51,93	28,20	6,32	24,50
Composto 2 I ¹	89,57	7,10	84,52	58,77	46,17	25,75	10,95
Composto 2 S ²	90,55	10,37	72,93	55,41	40,31	17,51	14,55
Composto 2 P ³	90,85	10,71	61,29	52,84	29,33	8,44	20,17
Composto 2 E ⁴	91,00	11,44	42,13	41,74	26,04	0,39	12,19
Composto 3 I ¹	90,69	5,14	85,50	66,22	52,83	19,28	11,25
Composto 3 S ²	91,39	8,87	74,14	59,38	45,02	14,76	11,52
Composto 3 P ³	90,74	11,20	62,19	54,97	32,18	7,22	18,99
Composto 3 E ⁴	92,24	11,90	46,23	45,17	28,37	1,06	12,55
Composto 4 I ¹	91,46	4,97	87,38	69,07	56,60	18,31	10,75
Composto 4 S ²	91,23	9,54	77,13	65,02	48,00	12,12	11,47
Composto 4 P ³	91,33	10,28	72,69	61,23	40,71	11,46	16,33
Composto 4 E ⁴	89,45	11,68	46,22	45,01	32,60	1,21	12,13

¹ início das pilhas, ² 5^a reviragem, ³ após pasteurização, ⁴ exaurido.

Os teores de N-total, que estavam em torno de 1% na primeira semana de compostagem, estabilizaram-se a por volta de 2% no final da colheita. Segundo Oei (2003), o aumento de N na biomassa do composto está relacionado com a quantidade de N inicial. Assim, teores iniciais de 1,3% aumentam para 1,5% no fim da compostagem e chegaram a teores de 2,3% no final da fase II. Van Griensven (1988) relatou que o teor inicial de 2,0% de N tende a chegar ao

início da fase de compostagem com o mesmo percentual, e quando este teor inicial for de 2,5%, tende a regredir para 2,0% no início da fase II. Segundo Eira (2003), formulações de composto com elevado teor inicial de nitrogênio e baixo teor de carbono assimilável redundam em maior perda por volatilização do NH₃ e menor incorporação de N na biomassa. A perda de matéria seca ocorre principalmente pelo metabolismo microbiano dos carboidratos, podendo perder até 35%, porém ocorrendo o aumento do teor de N-total em até 1% do valor inicial (Buth, 2005; Oei, 2003; Urban, 2004).

Os valores iniciais de celulose nos quatro tratamentos ficaram entre 43,30% e 56,60% na primeira semana de compostagem. Na segunda semana, os teores tiveram uma redução percentual da massa celulósica, ficando entre 33,9% e 48%. A redução média de uma semana para outra ficou em torno de 14% entre todos os tratamentos, porém o tratamento 1 (testemunha) foi o que apresentou maior redução nesta etapa, em torno de 21,71%. Na fase II, pasteurização/condicionamento, os teores de celulose tiveram novamente uma redução, variaram de 28,20% e 40,71%, sendo que os tratamentos 2 e 3, com 15% e 30% de resíduo de algodão, respectivamente, foram os que apresentaram a maior perda de celulose, ficando entre 27% e 28% de redução da celulose em relação à 5ª reviragem. Da fase II até o fim da colheita dos cogumelos também ocorreu diminuição de celulose, em torno de 12%, 12% e 27% para os tratamentos C2, C3 e C4, respectivamente.

Em relação à hemicelulose observou-se diminuição progressiva deste grupo de polissacarídeos durante as etapas de cultivo de *A. blazei* (Tabela 3.2). Durante a compostagem observaram-se percentuais entre 18,31% e 25,90% na primeira semana, e de 12,12% a 21,60% na segunda semana, mostrando diminuições que variaram entre 4% e 8% entre os tratamentos de um momento para outro. No fim da pasteurização/condicionamento ocorreu uma redução drástica nos teores de hemiceluloses em relação à fase de compostagem. No

tratamento 1, testemunha, sem resíduo de algodão, a redução foi de aproximadamente 70,74% de uma fase para outra. Entre os tratamentos com resíduo de algodão, a maior redução ocorreu no que apresentava 15% do resíduo de lixadeira (tratamento 2), chegando a 51,80%, porém o tratamento com maior percentual de resíduo de algodão (tratamento 4) foi o que mostrou a menor redução, em torno de 5%. A redução do percentual de hemiceluloses nos tratamentos continuou até o final da colheita, alcançando valores finais de 0,39%, 1,06 e 1,21% para os compostos 2, 3 e 4, respectivamente, e observando-se reduções de aproximadamente 90% do fim da pasteurização até o final da colheita, como foi o caso do tratamento 4 (45% de resíduo de algodão), que reduziu o teor de hemicelulose de 11,46% para 1,21%.

A diminuição da porcentagem da Cel e H-Cel nos compostos nas fases de compostagem e pasteurização/condicionamento está relacionada aos microrganismos termófilos, que também apresentam capacidade de degradar celulose e hemicelulose.

Para lignina foi observado, durante a compostagem, na maioria dos tratamentos, um ligeiro aumento na concentração. Na finalização da pasteurização estes valores aumentaram, chegando a 16,3% e 24,5% entre um tratamento e outro. Este aumento foi considerável, pois durante a compostagem os valores encontrados ficaram próximos de 12%. No final da colheita observou-se uma diminuição em relação ao final da pasteurização. Segundo Silva & Queiroz (2002), o teor de lignina em forrageiras pode variar de 4 a 12%, podendo chegar, nas forragens mais fibrosas, a 20% da matéria seca, e é considerado como a fração menos digestível das forrageiras. Segundo Jain et al. (1979) citado por Fermor et al. (1985), a maioria dos microrganismos que se encontram no processo de compostagem demonstram habilidade em decompor a fração celulósica do substrato. Alguns fungos e actinomicetos são capazes de degradar celulose; linhagens de *Thermomonospora* são geralmente celulolíticas,

enquanto os gêneros *Thermoactinomyces* e *Saccharomonospora* não o são, degradando apenas xilanas (hemicelulose). Nenhum membro da microbiota do composto conseguiu isoladamente degradar a lignina; desta forma, o aumento da lignina até a fase de colonização está relacionado à concentração deste nutriente com a diminuição da massa do composto.

No entanto, a redução de lignina nas fases de colonização e produção do cogumelo (Tabela 3.2) vem comprovar a capacidade dos basidiomicetos em degradar a fração lignina da fibra (Capelari, 1996; Schmidt et al., 2003; Souza, 1998).

Na tabela 3.3 estão apresentados os dados de produtividade e eficiência biológica do cogumelo *Agaricus blazei* nos diferentes substratos analisados.

TABELA 3.3. Produtividade e eficiência biológica do cogumelo *Agaricus blazei* CS1 nos tratamentos.

Tratamentos	Produtividade*	Eficiência Biológica**
	(%)	
Composto 1	13,28 a ⁺	44,27 a
Composto 2	8,89 c	29,63 c
Composto 3	11,80 b	39,36 b
Composto 4	11,08 b	36,94 b

⁺ As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

* Produtividade = [(g de cogumelos frescos/g de substrato úmido) x 100].

** Eficiência Biológica (EB) = [(g de cogumelos frescos/g de substrato seco) x 100].

O tratamento 1, testemunha, apresentou o melhor resultado de produtividade, como também para eficiência biológica, sendo os valores de 13,28% e 44,27%, respectivamente (Tabela 3.3). Entre os tratamentos que foram realizados com resíduo de algodão da indústria têxtil, os que tiveram as maiores concentrações de resíduo, com 30% e 45%, ou seja, os tratamentos 3 e 4, não diferiram entre si ($P < 0,05$) para produtividade e eficiência biológica e apresentaram resultados aceitáveis, de aproximadamente 11%; para EB, os valores ficaram entre 36,9% e 39,3%. O tratamento 2, que teve menor concentração de resíduo de algodão, obteve o pior resultado de produtividade e EB dentre todos os substratos utilizados, com 8,89% e 29,63%, respectivamente. Os dados de boa produtividade no Brasil, segundo depoimentos dos cultivadores de *A. blazei*, estão na faixa de 10% a 15%. Siqueira (2006) avaliou a produção de *Agaricus blazei* com inclusão de N nas pilhas de compostagem, num processo tradicional de cultivo, e encontrou valores de 10,36% e 34,52% para produtividade e eficiência biológica, respectivamente, para o tratamento com 1,90% de N. Os valores encontrados com resíduo de algodão não foram melhores que os obtidos com o composto feito com capim e bagaço de cana-de-açúcar, mas mostraram estar dentro da faixa dos melhores resultados encontrados pelos produtores no Brasil. Eira (2003) relatou que a EB de *Agaricus blazei* variou de 33,8% para 58,7% dependendo da terra de cobertura utilizada. Em vários experimentos realizados no Laboratório de Cogumelos comestíveis do Departamento de Biologia da UFLA, testando diferentes fontes de material lignocelulósico, como também diferentes terras de cobertura e formas de diversas de compostagem destas matérias-primas, os melhores resultados ficaram na faixa de 11% a 17% de produtividade (Siqueira, 2006). Os resultados de produção de *A. blazei* com resíduos de algodão da indústria têxtil apresentaram rendimentos dentro da faixa de produtividade encontrada na

maioria dos substratos testados no Brasil, como diferentes tipos de gramíneas, camas de galinha e esterco de equino, entre outros.

5. CONCLUSÕES

O resíduo de lixadeira associado com capim coastcross poderá ser uma alternativa viável para produção de *Agaricus blazei*.

O processo de produção do *Agaricus blazei* demonstrou eficiência em mudar a constituição de resíduos fibrosos, agregando N e alterando a constituição da fibra, tornando-se uma alternativa para aproveitamento destes resíduos na alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4. ed. New York: J. Wiley, 1996. 866 p.
- BUTH, J. The indoor composting process for *Agaricus* cultivation . In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 5., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília, 2005. p. 147-154.
- CAPELARI, M. **Atividade biodegradadora e cultivo de três espécies comestíveis de basideomicetos: *Pleurotus* spp e *Agrocybe perfecta* (Rick)** sing. 1996. 190 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; DIAS, E. S.; SANTOS, J. Avaliação das alterações bromatológicas e de degradabilidade do resíduo de lixadeira do Algodão após tratamento biológico com *Pleurotus sajor-caju*. **Ciência e Agrotécologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 608-613, maio/jun. 2004.
- DIAS, E. S.; KOSHIKUMO, E. M. S.; SCHWAN, R. S.; SILVA, R. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotécologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1363-1369, nov./dez. 2003.
- 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.
- EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. **Manual teórico-prático do cultivo de cogumelos comestíveis: modulo de cogumelos**. 2. ed. Botucatu: FEPAF-Unesp, 1997. 115 p.
- FERMOR, T. R.; RANDLE, P. E.; SMITH, J. F. Compost as a substrate and its preparation. In: FLEGG, P. B.; SPENCER, D. M.; WOOD, D. A. (Ed.) **The biology and technology of the cultivated mushroom**. Chichester: John Wiley and Sons, 1985. cap. 6, p. 81-109.
- HAMLIN, P. F. Cultivation of edible mushrooms on cotton waste. **The Mycologist**, Edinburgh, v. 3, n. 4, p. 171-173, 1989.

ILYAMA, K.; STANE, B. A.; MACAVLEY, B. J. Compositional changes in compost during composting and growth of *Agaricus bisporus*. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, n. 5, p. 1538-1546, May 1994.

MAHER, M. J.; MAGETTE, W. L.; SMYTH, S.; DODD, V. A. et al. **Managing spent mushroom compost, end of project report 4444**. Dublin: Teagasc, 2000. 34 p.

MIZUNO, T. K. *Agaricus blazei* Murrill: Medicinal and dietary effects. **Food Review International**, Oxford, v. 11, n. 1 p. 172-197, 1995.

MORAIS, M. H.; RAMOS, A. C.; MATOS, N.; SANTOS-OLIVEIRA, E. J. Note: production of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*), on ligninocellulosic residues. **Food Science Technology Interanational**, Madison, v. 6, n. 2, p. 123-128, apr. 2000.

OEI, P. **Mushroom cultivation – Appropriate technology for mushroom growers**. 3. ed. The Netherlands: Backhuys Publishers Leiden, 2003. 429 p.

ORTEGA, G. M.; MARTINEZ, E. O.; BETANCOURT, D.; GONZALÉZ, A. E.; OTERO, M. A. Bioconversion of sugar cane crop residues with White-rot fungi *Pleurotus sp.* **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, London, v. 8, n. 4, p. 402-405, July 1992.

PARK, Y. K.; IKEGAKI, M.; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Determinação da concentração de β -glucano em cogumelo *Agaricus blazei* Murill por método enzimático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 312-316, set./dez. 2003.

PATRABANSH, S.; MADAN, M. Studies on cultivation , biological efficiency and chemical analisys of *Pleurotus sajor-caju* (FR) Singer on different bio-wastes. **Acta Biotechnologica**, Berlin, v. 17, n. 2, p. 107-122, 1997.

RANZANI, M. R.; STURION, G. L. Amino acid composition evaluation of *Pleurotus* spp cultivated in banana leaves. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 48, p. 339-348, 1998.

SANTOS, J.; CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; BANYS, V. L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 919-923, jul./ago. 2004.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; NASCIMENTO, J. S.; VARGAS JUNIOR, F. M. Tratamento do feno de braquiária pelo fungo *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1866-1871, nov./dez. 2003.

SHARMA, H. S. S. Thermogravimetric analysis of mushroom (*Agaricus bisporus*) compost for fibre components. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE SCIENCE AND CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI, 14., 1995, Balkema, Rotterdam. **Proceedings...** Balkema, Rotterdam, 1995. p. 267-273.

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

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

SOUZA, O. Tratamento de subprodutos e resíduos lignocelulósicos com uréia na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p. 195-213.

STANEK, M. Microorganisms inhabiting mushroom compost during fermentation. **Mushroom Science**, v. 8, p. 797-811, 1972.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 2. ed. rev. e amp. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 187 p.

van GRIENSVEN, L. J. L. D. **The cultivation of mushrooms**. Sussex: Darlington Mushroom 1988. 515 p.

VEDDER, P. J. C. **Cultivo Morderno Del Champiñon**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 1991. 370 p.

WOOD, D. A.; FERMOR, T. R. In: **The biology and technology of the cultivated mushrooms**. Chichester: John Wiley and Sons, 1985.

YARA, R. **Bactérias associadas a *Pleurotus sp.*** 2002. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAPÍTULO IV

DEGRADABILIDADE *IN SITU* DO RESÍDUO DE ALGODÃO SUBMETIDO AO CULTIVO DE COGUMELO

RESUMO

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. Degradabilidade *in situ* do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo. In: _____. **Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo.** 2007. 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.⁷

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do cultivo de diferentes cogumelos na degradabilidade do resíduo de algodão. O experimento foi realizado nos Departamentos de Biologia e Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de agosto de 2005 a dezembro de 2006. Os tratamentos avaliados continham o resíduo de lixadeira da seguinte forma: S1 – 45% resíduo, 45% serragem, 10% farelo de trigo na produção de *Pleurotus sajor-caju* no processo axênico; S2 – 40% resíduo, 40% serragem, 20% farelo de trigo na produção de *Pleurotus sajor-caju* no processo axênico; S3 – 80% resíduo, 20% farelo de trigo na produção de *Pleurotus sajor-caju* no processo axênico; S4 – 15% resíduo de lixadeira, 75% feno *coastcross*, 10% farelo de trigo no cultivo de *Peurotus sajor-caju* com pasteurização a vapor; S5 – 30% resíduo de lixadeira, 60% feno *coastcross*, 10% farelo de trigo no cultivo de *Peurotus sajor-caju* com pasteurização a vapor; S6 – 45% resíduo de lixadeira, 45% feno *coastcross*, 10% farelo de trigo no cultivo de *Peurotus sajor-caju* com pasteurização a vapor; S7 – 80% resíduo de lixadeira, 20% de farelo de trigo no cultivo de *Pleurotus sajor-caju* no cultivo axênico e antes da frutificação; S8 – 30% resíduo de lixadeira, 65% feno *coastcross*, 10% farelo de trigo no cultivo de *Agaricus blazei* com pasteurização em túnel de ventilação forçada; S9 – 45% resíduo de lixadeira, 45% feno *coastcross*, 10% farelo de trigo no cultivo do *Agaricus blazei* com pasteurização em túnel de ventilação forçada. Foram utilizadas três vacas fistuladas no rúmen, nas quais os diferentes substratos contendo o resíduo foram incubados em sacos de náilon com porosidade de 45 µm, nas dimensões de 6 x 10 cm, obedecendo à relação de 20 mg MS/cm² de superfície, durante 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas. As frações solúvel 'a' e insolúvel potencialmente degradável 'b', a taxa de degradação 'c', as degradabilidades potencial e efetiva e as frações não degradáveis da MS, PB e FDN foram analisadas utilizando um delineamento em blocos ao acaso, com três vacas (blocos), nove tratamentos (substratos) e 3 repetições. As médias foram

⁷ **Comitê Orientador:** Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Orientador); Eustáquio Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

comparadas pelo teste de Tukey. Os resultados obtidos mostraram que os fungos têm potencial para melhorar a qualidade e aumentar a degradabilidade de materiais fibrosos de baixa qualidade. Entre os tratamentos, no processo fermentado, aqueles inoculados com *Agaricus blazei* proporcionaram maiores degradabilidades ($P < 0,05$) da MS, PB e FDN, enquanto, no processo axênico de produção de *Pleurotus sajor-caju*, os substratos com maior quantidade de resíduo de lixadeira foram os que apresentaram maiores degradabilidades ($P < 0,05$) da MS, PB e FDN.

Palavra Chave: Degradabilidade, Exaurido, Cogumelo, Resíduo Algodão.

ABSTRACT

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. *In situ* degradability of cotton textile mill waste submitted to mushroom cultivation. In_. **Quality and nutritive value of cotton textile mill waste submitted to mushroom cultivation**. 2007. 165p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.⁸

The experiment was conducted with the purpose of evaluating the effect of the growing of different mushrooms upon degradability of cotton textile mill waste. The experiment was conducted in the Biology and Animal Science Departments of the Federal University of Lavras in the period of August of 2005 to December of 2006. The evaluated treatments contained the textile mill waste in the following way: S1 – 45% waste, 45% sawing, 10% of wheat meal in the production of *Pleurotus sajor-caju* in the axenic process; S2 – 40% of waste, 40% of sawing, 20% of wheat meal in the production of *Pleurotus sajor-caju* in the axenic process; S3 – 80% of waste, 20% of wheat meal in the production of *Pleurotus sajor-caju* in the axenic process; S4 – 15% of textile mill waste, 75% of *coast-cross* hay, 10% of wheat meal in the cultivation of *Peurotus sajor-caju* with steam pasteurization; S5 – 30% of textile mill waste, 60% of *coast-cross* hay, 10% of wheat meal in the cultivation of *Peurotus sajor-caju* with steam pasteurization; S6 – 45% of textile mill waste, 45% of *coast-cross* hay, 10% of wheat meal in the cultivation of *Peurotus sajor-caju* with steam pasteurization; S7 – 80% of textile mill waste, 20% of wheat meal in the cultivation of *Pleurotus sajor-caju* in the axenic cultivation before and after fruiting; S8 – 30% of textile mill waste, 65% of *coast-cross* hay, 10% of wheat meal in the cultivation of *Agaricus blazei* with forced ventilation tunnel pasteurization; S9 – 45% textile mill waste, 45% of *coast-cross* hay, 10% of wheat meal in the cultivation of *Agaricus blazei* with forced ventilation tunnel pasteurization. Three rumen-fistulated cows were utilized, in which the different substrates containing the waste were incubated in nylon bag with 45 μm porosity, in the dimensions of 6 x 10 cm, obeying the ratio of 20 mg MS/cm² of surface for 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours. The soluble fraction 'a', the potentially degradable insoluble 'b', the degradation rate 'c', potential and effective degradability and non-degradable fraction of DM, CP and NDF were investigated by utilizing a randomized block design with three cows (blocks), nine treatments (substrates) and 3 replicates. The means were compared by Tukey's test. The results obtained showed that the fungi have the potential to

⁸ Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Adviser); Eustaquio de Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

improve the quality and increase the degradability of poor quality fibrous materials such as textile mill waste. Out of the treatments, in the fermented process, those inoculated with *Agaricus blazei* afforded an increased degradability ($P<0.05$) of DM, CP and NDF, whilst in the axonic process of production of *Pleurotus sajor-caju*, the substrates with increased amount of textile mill waste were the ones which presented the highest degradability ($P<0.05$) of DM, CP and NDF.

Key Words: Degradability, Exaurido, Mushroom, Cotton Residue.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos industriais na agropecuária tem sido uma prática corrente com o intuito de diminuir o impacto que determinados resíduos têm proporcionado à natureza.

O resíduo de lixadeira do algodão é um resíduo proveniente da indústria têxtil no processo de polimento do tecido, que antecede o processo de tingimento. Este resíduo é rico em fibra de baixa degradação ao meio ambiente e fica armazenado nos pátios das indústrias até ser levado para aterros sanitários.

Uma alternativa de uso para este resíduo pode ser a produção de cogumelos com basidiomicetos, como o *Agaricus blazei* e o *Pleurotus sajor-caju*, que são eficientes em degradar a parede celular de materiais fibrosos, tornando o material passível de ser utilizado na alimentação de ruminantes.

A técnica de degradabilidade *in situ* é utilizada para determinar a quantidade de nutriente que é degradado no rúmen pelos microrganismos em determinados tempos de incubação e, dessa forma, ajudar a qualificar os alimentos estudados.

No trabalho objetivou-se avaliar o efeito do cultivo de diferentes cogumelos na degradabilidade do resíduo de algodão.

2. REFERENCAL TEÓRICO

No Brasil são cultivados, anualmente, 887,5 mil hectares de algodão (Agrianual, 2002) e a produção nacional destina-se às indústrias têxtil e alimentícia. Após a colheita e processamento surgem alguns subprodutos, entre os quais podemos destacar o farelo, o caroço e a casca, que são usualmente utilizados na alimentação animal.

Outros subprodutos menos conhecidos são gerados pela indústria têxtil, entre eles o resíduo de lixadeira, resultante do polimento do tecido, que se caracteriza por ser constituído basicamente da fibra do algodão, apresentando baixa digestibilidade e baixas quantidades de proteínas e minerais (Santos et al., 2004), sendo, assim, de difícil aproveitamento na alimentação de ruminantes.

Outro problema no aproveitamento do resíduo de lixadeira do algodão está relacionado com a estrutura da celulose, que se apresenta na forma cristalina, altamente organizada e complexa, portanto menos susceptível à atuação das enzimas produzidas pelos microrganismos ruminais. Esse fator, além de dificultar sua utilização como fonte energética para ruminantes, limita sua decomposição no meio ambiente, gerando problemas ambientais e econômicos para a indústria têxtil (Almeida et al., 2002; Castro et al., 2004).

A fibra do algodão é constituída, principalmente, por três compostos ligados entre si: a celulose, a hemicelulose e a lignina, sendo a lignina considerada o principal fator limitante à digestibilidade. A lignina é resistente à degradação química, não sendo digerida pelas bactérias do rúmen, formando complexas associações com a celulose e a hemicelulose e reduzindo a digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994).

Poore (1994), trabalhando com níveis de adição deste resíduo de algodão às dietas constituídas de silagem de sorgo e concentrado à base de milho

e farelo de soja para novilhos em crescimento, verificou que a inclusão de até 20% na dieta não mostrou diferença no ganho de peso dos animais em relação à silagem de sorgo.

Trabalhando com novilhos em ensaio de digestibilidade, Moore et al. (1992) verificaram que o resíduo da fibra de algodão apresentou digestibilidade similar a um feno de baixa qualidade.

Para melhorar a qualidade do resíduo de algodão para posterior utilização na alimentação de ruminantes, este pode ser submetido a diferentes tratamentos, entre eles o tratamento biológico, que consiste em inocular o resíduo com fungos basidiomicetos decompositores capazes de degradar celulose, hemicelulose e lignina (Capelari, 1996; Souza, 1998).

Os fungos possuem habilidade para se desenvolver em qualquer substância orgânica, fazendo uso de substratos variados (Singer & Harris, 1987). As fontes de carbono como polissacarídeos, lignina, glicose, manose, frutose, óleos e ácidos orgânicos são importantes fornecedores de energia para a atividade metabólica dos cogumelos e consistem a base para a síntese de proteínas e substâncias de reserva, resultando em aproximadamente 50% do peso da matéria seca dos corpos de frutificação em carbono, de acordo com Zanetti & Ranal (1997). Desta forma, desempenham importante papel de decompositores na natureza, assimilando os elementos e transformando-os em substâncias mais simples, permitindo a reciclagem dos nutrientes (Moda, 2003).

De acordo com Bononi & Trufem (1985), todos os cogumelos comestíveis cultivados comercialmente no Brasil são saprófitas, da classe dos Basidiomycetes: champignon-de-Paris (*Agaricus bisporus*), shiitake (*Lentinula edodes*), shimeji ou hiratake (*Pleurotus* sp.) e cogumelo-do-sol (*Agaricus blazei*). O consumo destes cogumelos na alimentação humana tem aumentado principalmente pelo seu sabor, destacado na culinária, e pelo seu alto valor nutritivo e baixa caloria, além de apresentarem propriedades medicinais

relacionadas às β -glucanas, homo e hetero-glucanas, supostamente responsáveis por algumas propriedades benéficas à saúde humana, como atividade antioxidante, antiinflamatória e anticancerígena (Park et al., 2003).

O composto para produção de cogumelo pode ser feito com a participação de diferentes produtos fibrosos. Quando termina a produção, sobra um composto exaurido residual do cultivo de cogumelo após a colheita do último fluxo, ou seja, depois de esgotada a safra. Trata-se do substrato em que foi inoculado e cultivado o cogumelo, que restou após o ciclo produtivo. Recentemente, alguns autores têm proposto o termo “usado” em substituição ao termo “exaurido” porque, do ponto de vista da reciclagem da matéria orgânica, esse material é ainda rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (Maher et al., 2000).

Alguns pesquisadores utilizaram *Pleurotus* sp. inoculado em diferentes substratos e observaram aumento da quantidade de nitrogênio no substrato após o cultivo do cogumelo, indicando uma possível capacidade de fixação de nitrogênio por estes fungos (Ortega et al., 1992; Sturion & Oetterer, 1995; Patrabansh & Madan, 1997). No entanto, Yara (2002) registrou, em seus estudos, a presença de bactérias junto às hifas do micélio e observou que estas bactérias eram semelhantes à bactéria *Burkholderia cepaci*, a qual pode estar relacionada à fixação de nitrogênio nos cultivos de cogumelos do gênero *Pleurotus*.

Para avaliar um material que poderá ser usado na alimentação de ruminantes, uma das técnicas é a da degradabilidade *in situ*, que é também chamada de técnica do saco de náilon, dacron, poliéster ou degradabilidade *in sacco*, e tem sido adotada pelo AFRC (1992) como um método padrão de caracterização da degradabilidade ruminal do nitrogênio, podendo ser utilizada para descrever as características de degradação das frações da fibra (Aerts et al., 1977; Navaratree et al., 1990) e da proteína do alimento (Poos-Floyd et al.,

1985; Stern & Satter, 1984). A utilização da técnica tem a vantagem de propiciar uma estimativa rápida e simples da degradação dos nutrientes no rúmen, além de permitir o acompanhamento da degradação ao longo do tempo (Mertens & Ørskov, 1977).

Apesar de ser uma técnica rápida e de fácil execução, requerer pequena quantidade de amostra do alimento e possibilitar o contato íntimo com o ambiente ruminal, não sofre influência da mastigação e da ruminação e o alimento não passa para o trato digestivo posterior. Outros fatores relacionados à técnica, que ocasionam grandes variações na degradabilidade estimada, estão relacionados aos procedimentos no preparo do saco que conterá a amostra (tipo de tecido, tamanho do poro do saco, área superficial do saco, lavagem dos sacos), ao preparo e manipulação da amostra (peso da amostra, tamanho da amostra, e contaminação microbiana) e, por fim, ao animal (espécie animal, estado fisiológico) e à natureza da dieta (Nocek, 1985; Uden & Van Soest, 1984).

Nocek (1988) sugeriu o uso de náilon com porosidade entre 40 e 60 μ , tamanhos de partículas de 2mm para suplementos protéicos e energéticos e de 5mm para forragens, cereais inteiros e subprodutos fibrosos, relação de peso da amostra por área de superfície do saco de 10 a 20 mg/cm², introdução dos sacos na posição ventral do rúmen, em diferentes horários, e retirada simultânea para diminuir o erro experimental. Para Van Soest (1994), o tamanho ótimo para o poro do saco de náilon é de aproximadamente 30 μ m, pois tamanhos menores retardam a entrada de microorganismos, inibindo a fermentação, enquanto tamanhos maiores permitem o trânsito de partículas lignificadas.

Ørskov (1988) relatou que feno, palhas e outros materiais fibrosos requerem tempos de incubação mais longos (72 a 96h), enquanto alimentos menos fibrosos requerem menores tempos (36 a 48h). Nocek (1988) sugeriu o uso de 3 a 6 tempos de incubação no período de de 0 a 6 horas, 3 a 6 tempos no

período de 6 a 24 horas e intervalos de 6 a 12h a partir das 24 horas de incubação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de agosto de 2005 a dezembro de 2006, nos Departamentos de Biologia e Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, município de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Na tentativa de desenvolver uma tecnologia de aproveitamento do resíduo de lixadeira (processo de acabamento do tecido) de algodão da indústria têxtil, foram avaliadas diferentes formulações de substratos contendo este resíduo na produção dos cogumelos *Pelurotus sajor-caju* e *Agaricus blazei* em diferentes técnicas de cultivo. Após a produção dos cogumelos foram selecionados os tratamentos que obtiveram melhores resultados na produção de cogumelos e estes substratos pós-colheita foram incubados no rúmen para avaliar qual técnica seria mais apropriada para utilização deste resíduo industrial na alimentação de ruminantes. Também foram incubadas, no rúmen, amostras dos ingredientes constituintes destes substratos.

3.1. Tratamentos

Os tratamentos avaliados com o resíduo de algodão em diferentes substratos no cultivo de cogumelo estão demonstrados na Tabela 4.1.

TABELA 4.1. Cogumelo produzido, forma de cultivo e porcentagem dos ingredientes utilizados nos diferentes substratos (tratamentos).

Tratamentos	Ingredientes (%)			Cogumelo	Cultivo
	R. Algodão	Serragem	F. Trigo		
S1	45	45	10	<i>Pleurotus</i>	Axênico
S2	40	40	20	<i>Pleurotus</i>	Axênico
S3 ¹	80	0	20	<i>Pleurotus</i>	Axênico
S7 ²	80	0	20	<i>Pleurotus</i>	Axênico
Tratamentos	R. Algodão	Feno	F. Trigo	Cogumelo	Cultivo
S4	15	75	10	<i>Pleurotus</i>	Past. Vap. ³
S5	30	60	10	<i>Pleurotus</i>	Past. Vap.
S6	45	45	10	<i>Pleurotus</i>	Past. Vap.
S8	30	60	10	<i>A. blazei</i>	Past. V. F. ⁴
S9	45	45	10	<i>A. blazei</i>	Past. V. F.

¹ Exaurido (após a produção de cogumelos), ² Colonizado (antes da produção de cogumelos), ³ Pasteurização à vapor, ⁴ Pasturização com ventilação forçada.

Os ingredientes utilizados foram a Se – serragem, A – resíduo de algodão, Fe – feno de *coastcross* e Ft – farelo de trigo.

No processo axênico os substratos foram acomodados em sacos plásticos com 2 Kg úmidos e autoclavados a 121°C a 1 atm de pressão por duas horas, por duas vezes, tendo um descanso de 24 horas entre a primeira autoclavagem e a segunda, para depois serem inoculados com o cogumelo.

Já no processo fermentado foram montados quatro compostos contendo diferentes proporções de feno e resíduo de acordo com os tratamentos descritos acima, na forma de medas com auxílio de estrados de madeira. Estes compostos foram revirados três vezes por semana, durante duas semanas. Na quarta reviragem estas pilhas foram suplementadas com 2% de calcário, 2% de gesso

agrícola, 1% de superfosfato simples e uréia numa quantidade para que a pilha atingisse 1% de N envolvendo a composição de N de todos os ingredientes. Depois das duas semanas, parte deste composto foi pasteurizada num processo a vapor para produção de *Pleurotus* e outra parte foi pasteurizada em túnel de ventilação forçada para produção de *Agaricus*.

Foram utilizados os cogumelos *Agaricus blazei* CS1 e *Pleurotus sajor-caju* produzidos no Laboratório de Cogumelos Comestíveis e Medicinais do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras.

3.2. Ensaio de degradabilidade

Depois de esgotada a produção dos cogumelos, uma porção de 500 g do exaurido de cada tratamento (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 e S9) e dos ingredientes (Se, A, Fe e Ft) foi identificada e levada para estufa de ventilação forçada a 55°C para secagem. Após a secagem, as amostras foram moídas separadamente em moinho de martelo, para obter tamanho de partícula de 5 mm.

Os sacos para degradabilidade foram confeccionados em náilon de 120 fios, com porosidade aproximada de 45 µm, nas dimensões de 6,0 x 10,0 cm, selados em máquina seladora a quente e colocados em estufa de ventilação forçada a 65° C por 48 horas. Secos, foram colocados em dessecador e pesados. Após o enchimento com aproximadamente 2 g de amostra, os sacos foram selados e postos novamente em estufa para se obter o peso das amostras. A quantidade de amostra obedeceu à relação de 20 mg/cm² de superfície proposta Nocek (1988). Foram utilizados nove tempos de incubação: 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas.

O ensaio de degradabilidade foi conduzido segundo recomendações de Nocek (1988), utilizando três vacas da raça Jersey, não lactantes, providas de cânula ruminal, e que receberam uma adaptação às dietas num período de 15

dias antes do início de cada período de incubação. Devido ao grande número de material, os tratamentos tiveram que ser distribuídos em três períodos de incubação, de 5 dias cada, com uma adaptação prévia das vacas de 15 dias, demandando 60 dias experimentais.

Os sacos correspondentes a cada tempo de incubação foram colocados em sacolas de náilon telado com zíper medindo 20 x 40 cm, com lastro de chumbo de 100 g. A sacola foi introduzida no rúmen na região do saco ventral. No total, foram confeccionados 1053 sacos (13 tratamentos x 3 repetições x 9 tempos de incubação x 3 animais).

A sequência de incubação foi do maior para o menor intervalo de tempo, com a retirada simultânea de todos os sacos após 96 horas de incubação. Após esse procedimento, as sacolas foram retiradas e abertas e os sacos de náilon contendo o resíduo da amostra, imediatamente introduzidos em um balde com gelo para a paralização da fermentação. Posteriormente, o material foi lavado por 20 minutos em lavadora rotacionada com eixo horizontal, com entrada da água límpida corrente por baixo e saída da água com impurezas por cima. Após o processo de lavagem, os sacos foram colocados em estufa a 65° C, durante 72 horas, resfriados em dessecador e pesados.

Os sacos referentes ao tempo zero foram introduzidos na massa ruminal e imediatamente retirados, recebendo o mesmo tratamento dos demais tempos.

Os dados obtidos por diferença de peso nos diferentes tempos de incubação foram ajustados para uma regressão não-linear pelo método de Gauss-Newton (Neter et al., 1985), contido no pacote computacional SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), conforme a equação proposta por Orskov & Mc Donald (1979).

$$y = a + b (1 - e^{-ct}),$$

em que, para cada componente nutritivo analisado:

y = degradabilidade acumulada (%) do componente nutritivo analisado, após o tempo t (horas);

a = coeficiente linear da curva de degradabilidade quando t é igual a 0, que corresponde à fração solúvel em líquido ruminal;

b = fração insolúvel em líquido ruminal potencialmente degradável;

a + b = degradabilidade potencial (%) quando o tempo não é fator limitante;

c = taxa de degradação em horas da fração b;

t = tempo de incubação (horas);

e = base do logaritmo neperiano.

Uma vez calculados os coeficientes a, b e c, estes foram aplicados à equação proposta por Orskov & Mc Donald (1979).

$$p = a + \frac{b \cdot c}{c + k}$$

em que:

p = degradabilidade ruminal efetiva (%) do componente nutritivo analisado;

k = taxa de passagem do alimento (%/hora).

Considerando o resíduo de lixadeira como alimento volumoso, utilizou-se uma média de taxa de passagem da digesta de 5 % por hora, ou seja, k = 0,05 (Orskov & Mc Donald, 1979).

Os valores utilizados para os cálculos foram as médias por vaca.

3.3. Análises laboratoriais

Os ingredientes, os substratos e os resíduos remanescentes dos sacos foram analisados quanto ao teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), conforme AOAC (1990), e quanto à fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (H-Cel) e lignina segundo a metodologia descrita por Silva (1990).

Os procedimentos para a determinação da degradabilidade da MS, PB e FDN foram obtidos pela diferença de peso encontrada para cada componente entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

3.4. Análises estatísticas

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a degradabilidade da MS, PB e FDN, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com 3 sacos por tratamento em cada tempo por vaca. Os blocos foram organizados considerando cada animal fistulado.

O modelo estatístico que descreve os dados de degradação da MS, PB e FDN é dado por:

$$y_{ijk} = \mu + \delta_i + a_j + \delta a_{ij} + \beta_k + a\beta_{jk} + \delta\beta_{ik} + E_{ijk},$$

em que: μ é uma constante associada a todas as observações;

δ_i é o efeito da porcentagem de algodão i, com $i = 1, \dots, 5$;

a_j é o efeito do animal j, com $j = 1, \dots, 3$;

δa_{ij} é o efeito da interação da i-ésima porcentagem de algodão com o j-ésimo animal, considerado como erro(a), com distribuição normal de média zero e variância σ_a^2 ;

β_k é o efeito do tempo de incubação k, com $k = 1, \dots, 9$;

$a\beta_{jk}$ é o efeito da interação do k-ésimo tempo de incubação com o j-ésimo animal, considerado como erro(b), com distribuição normal de média zero e variância σ_b^2 ;

$\delta\beta_{ik}$ é o efeito da interação do k-ésimo tempo de incubação com a i-ésima porcentagem de algodão; e

E_{ijk} é considerado erro(c), com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão utilizando rotinas desenvolvidas no software Statistical Analysis System (SAS, 1995). Para o ajuste do modelo de Orskov & McDonald (1979) aos dados de degradação, foi utilizado o procedimento nlin do software citado, considerando uma estimativa inicial e procurando minimizar a soma de quadrados dos erros. Na estimativa dos parâmetros, o processo iterativo de Gauss-Newton foi utilizado até que a melhora no ajuste dos dados fosse desprezível.

Foram obtidas estimativas dos parâmetros do modelo de Orskov & McDonald (1979) para cada animal envolvido no experimento. Tais estimativas foram utilizadas para o cálculo das degradabilidades, potencial e efetiva, sendo posteriormente submetidas à análise de variância e em função das porcentagens de algodão.

As médias das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises bromatológicas referentes aos tratamentos e aos ingredientes utilizados na formulação dos substratos para o cultivo do cogumelo estão demonstradas na Tabela 4.2.

TABELA 4.2. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (H-Cel) e lignina (Lig) em porcentagem dos tratamentos e ingredientes.

Tratamento	MS	PB	FDN	FDA	Cel	H-Cel	Lig
	(%)						
S1	93,40	3,03	84,49	78,75	68,59	5,74	8,54
S2	93,50	3,72	84,80	74,25	66,52	6,55	10,72
S3	94,10	4,98	81,01	75,93	61,57	5,08	8,80
S4	94,10	7,06	53,92	41,60	20,67	12,32	11,81
S5	92,80	6,35	60,23	49,25	33,22	10,98	10,58
S6	92,20	6,14	61,96	46,66	27,62	15,30	14,54
S7	94,16	4,79	85,51	76,41	61,23	9,10	12,18
S8	92,20	11,20	53,52	48,97	30,00	4,55	12,55
S9	89,40	11,68	55,66	50,32	32,60	5,34	12,47
Ingrediente ¹	(%)	(%) na MS)					
Se	84,30	2,85	87,36	73,81	50,65	13,55	22,99
Ft	84,80	20,42	63,53	14,25	9,76	49,28	4,07
A	93,10	3,03	95,81	88,16	76,57	7,65	8,76
Fe	90,60	5,13	83,56	45,31	30,09	38,25	12,45

¹ Se – serragem, Ft – farelo de trigo, A – algodão (resíduo), Fe – feno de *coastcross*.

Os valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) e fração não degradável (ND) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos ingredientes utilizados na formulação dos substratos inoculados com os fungos (cogumelos) são apresentados na Tabela 4.3.

A serragem (Se) que foi utilizada em algumas formulações também foi incubada no rúmen das vacas em experimento e apresentou valores de baixa degradabilidade em todos os tempos para MS, PB e FDN, e quando foi submetida ao ajuste pela equação de degradabilidade ruminal de Orskov & McDonald (1979), a curva não convergiu, ou seja, ela apresentou um comportamento totalmente anormal para ingredientes comumente utilizados na alimentação de ruminantes; então, não houve ajuste da curva.

Pode-se observar, na Tabela 4.3, valores diferentes da fração solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para MS, PB e FDN do algodão (resíduo), feno de *coastcross* e farelo de trigo. Como estes ingredientes são diferentes e não sofreram nenhum tratamento prévio, os valores encontrados estão diretamente relacionados com as características intrínsecas de cada um.

Estudando a degradabilidade do resíduo de lixadeira, Castro et al. (2004) e Santos et al. (2004) encontraram valores mais baixos para a DE da MS do resíduo de lixadeira, em torno de 40%, enquanto Almeida et al. (2002) encontraram um valor de 72,65% para DE do resíduo, ficando acima do encontrado no presente experimento, que foi de 52,56%.

Estes valores de DE diferentes podem ser atribuídos ao fato de que os resíduos de lixadeira foram fornecidos por indústrias têxteis diferentes e o processo de polimento do tecido (lixadeira) é um processo mecânico que provavelmente já inicia uma alteração estrutural da fibra do algodão.

TABELA 4.3. Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos ingredientes incubados no rúmen dos animais.

Ingredientes	a	b	c	DP	DE
	%	%	% h	%	%
MS					
A ¹	23,45	89,75	0,024	100,00	52,56
Fe ²	5,71	73,97	0,014	79,68	21,89
Ft ³	41,27	38,98	0,090	80,25	66,33
PB					
A ⁴	70,08	82,18	0,005	100,00	77,55
Fe ⁵	23,45	45,99	0,014	69,44	33,51
Ft ⁶	51,52	44,60	0,171	96,12	86,03
FDN					
A ⁷	25,02	88,62	0,023	100,00	52,94
Fe ⁸	0,00	80,40	0,016	80,40	19,49
Ft ⁹	31,36	44,70	0,047	76,06	53,02
¹ Y=23,45+89,75(1-e ^{-0,024t})		R ² =0,9684			
² Y=5,71+73,97(1-e ^{-0,014t})		R ² =0,9914			
³ Y=41,27+38,98(1-e ^{-0,090t})		R ² =0,9465			
⁴ Y=70,08+82,18(1-e ^{-0,005t})		R ² =0,6858			
⁵ Y=23,45+45,99(1-e ^{-0,014t})		R ² =0,8534			
⁶ Y=51,52+44,60(1-e ^{-0,171t})		R ² =0,9967			
⁷ Y=25,02+88,62(1-e ^{-0,023t})		R ² =0,9651			
⁸ Y=0,0+80,40(1-e ^{-0,016t})		R ² =0,9863			
⁹ Y=31,36+44,70(1-e ^{-0,047t})		R ² =0,9967			

Os baixos valores de DE da MS, PB e FDN do feno de *coastcroos* utilizado nas formulações de substrato demonstram a baixa qualidade da

forragem usada, que passou de seu ponto de colheita ou ficou armazenada por um longo período, sendo, assim, um sub-produto do produtor de feno.

Os valores da DE da MS, PB e FDN encontrados para o farelo de trigo no experimento estão dentro de valores normais encontrados na literatura (Santos, 2001; Teixeira, 1997).

Os valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para matéria seca (MS) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais estão apresentados na Tabela 4.4.

TABELA 4.4. Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para matéria seca (MS) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais.

Tratamentos	a*	b*	c*	DP*	DE*
	%	%	% h	%	%
S1	17,38 c	63,80 b	0,024 b	81,18 b	37,75 d
S2	23,95 c	52,89 c	0,027 ab	76,84 b	42,44 c
S3	32,13 b	75,43 a	0,027 ab	100,00 a	58,02 b
S4	28,13 bc	15,47 g	0,043 a	43,60 c	35,17 d
S5	19,85 c	22,02 f	0,032 ab	41,86 c	28,39 e
S6	16,32 c	29,32 e	0,028 ab	45,65 c	26,77 e
S7	34,02 b	70,04 a	0,028 ab	100,00 a	59,12 b
S8	55,33 a	43,28 d	0,021 b	98,07 a	68,05 a
S9	54,59 a	45,09d	0,023 b	99,06 a	68,87 a

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A fração solúvel 'a' corresponde à parte solúvel do alimento mais as partículas eliminadas através da malha dos sacos quando esses são imersos no líquido ruminal e posteriormente lavados em água corrente. Na Tabela 4.4, pode-se observar que os tratamentos que apresentaram maiores resultados ($p < 0,05$) para a fração solúvel 'a' são os tratamentos S8 e S9 com *Agaricus blazei*, seguidos dos tratamentos S3 e S7 que foram inoculados com *Pleurotus sajor-caju*.

Pequenas variações de solubilidade (fração 'a') podem ser atribuídas à própria composição do alimento (Tabela 4.1), enquanto as maiores discrepâncias entre resultados, segundo Nocek (1988), podem ser devidas, entre outras fontes de variação, às perdas de partículas durante a lavagem dos sacos. Isto pode ter ajudado a elevar os valores da fração 'a' dos tratamentos S8, S9, S3 e S7.

Os valores relativamente altos, observados para a fração 'a' do resíduo de lixadeira e dos tratamentos com maior proporção do mesmo em suas formulações, poderiam também ser atribuídos ao tamanho de partícula. Este resíduo se apresenta em forma de floco de algodão e, com o manuseio, desmancha em pequenas partículas. Mesmo com a utilização de peneira de 5 mm para a moagem do material, este resíduo pode ter apresentado partículas menores, permitindo um maior escape de amostra nos processos de incubação e de lavagem dos sacos. O cuidado de utilizar sacos de náilon com poros de 45 μ m não foi suficiente para impedir estas prováveis perdas.

Existem poucos dados de degradabilidade *in situ* utilizando exauridos de cogumelos e com aproveitamento de resíduo de lixadeira (algodão). Os valores da fração 'a' dos tratamentos S3 e S7 foram maiores do que aqueles encontrados por Castro et al. (2004), que utilizaram formulações de substratos com resíduo de lixadeira inoculados com *Pleurotus* e encontraram valores de da fração solúvel 'a' em torno de 21%.

Com relação à fração insolúvel potencialmente degradável 'b', podem-se destacar os tratamentos S8 e S9 inoculados com *A. blazei*, que apresentaram valores de 43,28% e 45,09%, respectivamente, sendo estes menores do que o algodão (resíduo) e o feno de coastcross, que são os principais componentes destes substratos e apresentaram valores de 89,75 e 73,97, respectivamente, para a fração 'b'.

O tratamento S4 apresentou uma maior taxa de degradação 'c' ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos S1, S8 e S9 e os demais tratamentos foram estatisticamente semelhantes.

Com relação à degradabilidade potencial, os tratamentos S3, S7, S8 e S9 foram superiores aos demais ($P < 0,05$) e apresentaram valores de aproximadamente 100%.

Os tratamentos S3 e S7 com formulações de 80% de resíduo de algodão e 20% de farelo de trigo e inoculados com *Pleurotus sajor-caju* antes e após a frutificação apresentaram resultados de degradabilidade efetiva da MS semelhantes e melhores ($p < 0,05$) do que os tratamentos S1 e S2 que foram inoculados com o mesmo cogumelo, mas possuíam serragem na formulação dos substratos. Essa menor degradabilidade da MS pode ser atribuída justamente à inclusão da serragem na formulação do substrato, pois a serragem, como foi descrito anteriormente, apresentou baixa degradabilidade para todos os tempos e não se ajustou ao modelo de Orskov & McDonald (1979). Outro fato importante a se destacar, apesar de não ter sido comparado estatisticamente, é que os tratamentos S3 e S7 obtiveram valores de DE da MS maiores do que o resíduo de lixadeira (A), provavelmente devido à característica do *Pleurotus* em degradar a celulose, hemicelulose e lignina, melhorando, dessa forma, a qualidade do alimento e a digestibilidade da MS, como foi relatado em outros trabalhos que observaram um aumento na DIMS em tratamentos com inoculação

deste cogumelo (Adamovic et al., 1998; Bisaria et al., 1997; Streeter et al., 1982 e Zandrazil, 1977).

Os tratamentos S8 e S9 que continham resíduo de lixadeira, feno de *coastcross* e farelo de trigo em um processo de fermentação e inoculação de *Agaricus blazei* apresentaram uma maior DE da MS ($p < 0,05$) quando comparados com S4, S5 e S6, que utilizaram compostos semelhantes, também fermentados, mas inoculados com *Pleurotus sajor-caju*. Um fator que pode ajudar a explicar esta diferença está relacionado ao tempo de colonização e produção. Os tratamentos S4, S5 e S6 foram os que produziram cogumelos mais rapidamente. Talvez, com um tempo maior de colonização, as hifas do cogumelo poderiam ter promovido uma maior degradação das frações lignina, celulose e hemicelulose.

A Figura 4.1 ilustra as diferenças entre as curvas de degradação da MS da forragem em função do tempo de incubação.

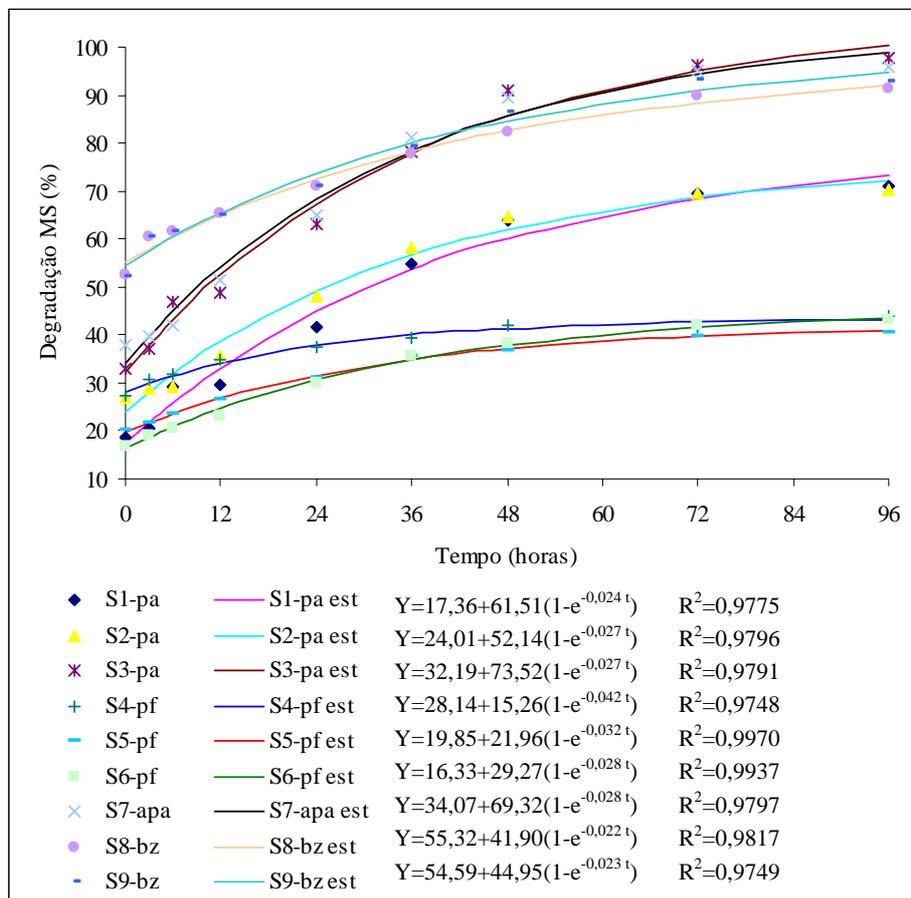


FIGURA 4.1. Ajuste da equação de degradabilidade ruminal de Orskov e McDonald (1979) para matéria seca (MS) em função dos tempos de incubação.

Observa-se que com o aumento dos tempos de incubação, as porcentagens de desaparecimento da MS dos tratamentos S1, S2, S3, S7, S8 e S9 foram expressivas até as 72 horas (Figura 4.1), caracterizando estes substratos como alimentos volumosos de baixa qualidade.

O gráfico ilustra um maior desaparecimento da MS nos tratamentos S3, S7, S8 e S9 em todos os tempos, quando comparados com os tratamentos S1, S2, S4, S5 e S6.

Pode-se observar que entre os tratamentos com *Pleurotus sajor-caju* em cultivo axênico (S1, S2, S3 e S7), os tratamentos S3 e S7 apresentaram um maior desaparecimento da MS em todos os tempos, quando comparados com os tratamentos S1 e S2. Este melhor desaparecimento da MS da S3 e S7 está relacionado com a formulação dos seus substratos, constituídos, em sua maior parte, por resíduo de lixadeira de algodão, e a eficiência deste cogumelo em utilizar este resíduo. Castro et al. (2004) trabalharam com resíduo de lixadeira inoculado com *Pleurotus* e encontraram características semelhantes na dinâmica de desaparecimento da MS.

Entre os tratamentos fermentados (S4, S5, S6, S8 e S9) podemos observar que apesar de semelhantes, os substratos inoculados com o *Agaricus blazei* (S8 e S9) apresentaram maior desaparecimento da MS em todos os tempos, caracterizando uma melhor eficiência destes cogumelos em processo fermentado, quando comparados com o *Pleurotus sajor-caju* em processo axênico.

Houve efeito de tratamentos para a degradabilidade da proteína.

Os valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidades potencial e efetiva para proteína bruta dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais são apresentados na Tabela 4.5.

TABELA 4.5. Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) para proteína bruta (PB) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais.

Tratamentos	a*	b*	c*	DP*	DE*
	%	%	% h	%	%
S1	50,07 b	18,73 d	0,024 b	66,41 d	55,48 d
S2	52,58 b	28,97 b	0,030 b	81,55 c	63,37 c
S3	56,69 b	40,82 a	0,027 b	97,51 a	70,69 b
S4	34,27 d	13,03 e	0,059 b	47,30 f	41,17 e
S5	47,81 c	8,14 e	0,228 a	55,95 e	54,48 d
S6	49,99 b	9,05 e	0,285 a	56,81 e	55,85 d
S7	52,94 b	36,50 a	0,038 b	89,44 b	68,66 b
S8	67,85 a	26,28 bc	0,039 b	94,13 a	79,26 a
S9	71,39 a	22,89 cd	0,044 b	94,28 a	82,04 a

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos S8 e S9 foram os que apresentaram maiores valores para a fração solúvel 'a' ($P < 0,05$) da proteína, seguidos pelos tratamentos S1, S2, S3, S6 e S7, que não diferiram entre si.

Com relação às frações insolúvel e potencialmente degradável 'b', os tratamentos S3 e S7, que continham maior quantidade de resíduo em suas formulações, apresentaram maiores valores da fração 'b' ($P < 0,05$) em relação aos demais.

Os tratamentos S5 e S6 foram semelhantes quanto à taxa de degradação 'c' da proteína e superiores aos demais tratamentos, que não diferiram entre si.

Para degradabilidade potencial (DP) da proteína, os tratamentos S3, S8 e S9 foram os que apresentaram maiores valores ($P < 0,05$), sendo estes próximos a 100%.

Os maiores valores ($P < 0,05$) para a fração 'a' solúvel e da DE apresentados pelos tratamentos S3 e S7, quando comparados com os tratamentos S1 e S2 que foram inoculados com *Pleurotus* em cultivo axênico (Tabela 4.5), podem estar relacionados à formulação dos substratos e ao fato de os substratos S3 e S7 terem promovido uma maior produção de cogumelos e, assim, deixado uma maior quantidade de micélios residuais nos substratos depois de encerrado o ciclo produtivo, apresentando, dessa forma, maiores teores de PB (Tabela 4.2).

Pode-se observar, na Tabela 4.5, que os tratamentos S8 e S9 com *Agaricus blazei* apresentaram uma maior degradabilidade efetiva da proteína ($P < 0,05$) (DE da PB) do que os outros tratamentos (S4, S5 e S6) que apresentavam as mesmas formulações de substratos e um mesmo processo de produção, mas inoculados com *Pleurotus sajor-caju*.

É importante destacar que apesar de os tratamentos S4, S5, S6, S8 e S9 apresentarem formulações semelhantes de substratos, os valores encontrados para PB foram de 7,06%, 6,35% e 6,14% para os tratamentos S4, S5 e S6, respectivamente, e 11,2% e 11,68% para os tratamentos S8 e S9 (Tabela 4.2). Pode-se observar que o processo de cultivo do cogumelo *Agaricus blazei* promoveu um maior aumento de proteína bruta nos substratos do que o *Pleurotus sajor-caju* no processo de produção fermentada. Este fato pode estar relacionado ao aumento de N nos substratos, promovido pelas bactérias no processo de compostagem, e, posteriormente, a uma maior quantidade de micélios do *Agaricus blazei* nos substratos, proporcionando maiores quantidades de N, uma vez que a parede celular fúngica apresenta, em sua constituição, um polissacarídeo, a quitina, que contém N em sua estrutura (Sturion & Oetterer, 1995). No entanto, Ortega et al. (1992) e Patrabansh & Madan (1997) relataram

que a maior quantidade de N no substrato exaurido em relação ao substrato inicial pode estar relacionada a uma possível mobilização de N pelos cogumelos, sendo também comprovada por Yara (2002), que observou, em seus estudos, a presença de bactérias que poderiam estar em simbiose com os fungos e, assim, fixando N.

Esta maior quantidade de N do S8 e S9 pode ter promovido maiores valores ($P < 0,05$) da fração 'a' solúvel e, conseqüentemente, da DE destes substratos quando comparados com S4, S5 e S6 (Tabela 4.5).

A Figura 4.2 ilustra a curva de desaparecimento da PB nos tempos de incubação de acordo com o modelo de Orskov & McDonald (1979), observando-se maiores valores de 'a' dos tratamentos S8 e S9 em relação a S4, S5 e S6 e dos tratamentos S3 e S7 em relação a S1 e S2, como discutido anteriormente.

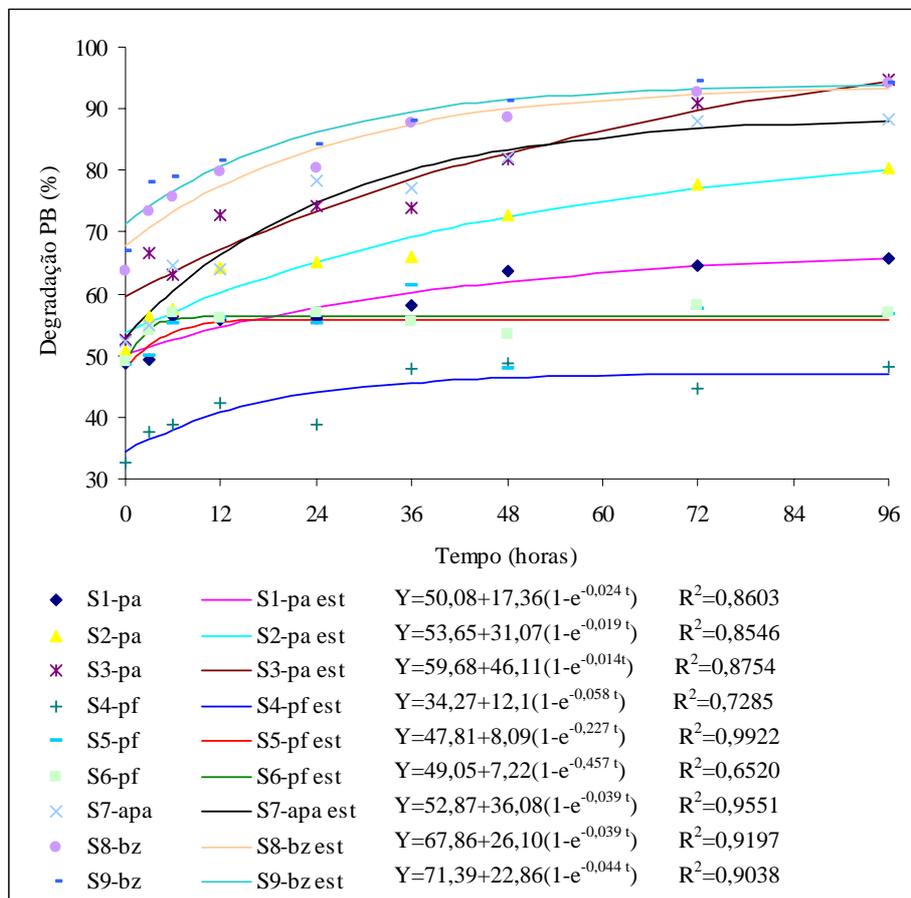


FIGURA 4.2. Ajuste da equação de degradabilidade ruminal de Orskov e McDonald (1979) para proteína bruta (PB) em função dos tempos de incubação.

Quanto ao desaparecimento da FDN, observa-se que houve efeito significativo entre os tratamentos para as variáveis analisadas (Tabela 4.6).

Os valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial e efetiva para fibra em detergente neutro (FDN) dos diferentes substratos inoculados no rúmen do animal são apresentados na Tabela 4.6.

TABELA 4.6. Valores médios das frações solúvel 'a', insolúvel potencialmente degradável 'b', taxa de degradação 'c', degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para fibra em detergente neutro (FDN) dos diferentes substratos incubados no rúmen dos animais.

Tratamentos	a*	b*	c*	DP*	DE*
	%	%	% h	%	%
S1	6,89 d	75,66 a	0,023 ab	82,55 ab	30,52 c
S2	13,41 d	62,13 a	0,030 a	75,55 b	36,72 b
S3	24,54 c	85,64 a	0,026 ab	100,00 a	53,32 a
S4	9,07 de	12,12 b	0,012 b	21,19 c	11,04 d
S5	0,00 e	25,51 b	0,016 ab	25,51 c	5,99 e
S6	0,00 e	62,96 a	0,007 b	62,96 b	6,19 de
S7	28,95 bc	77,03 a	0,027 a	100,00 a	55,71 a
S8	38,75 a	77,76 a	0,012 b	100,00 a	52,43 a
S9	37,23 ab	73,06 a	0,016 ab	100,00 a	54,51 a

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento S8 foi o que apresentou maior valor de solubilidade da FDN (fração 'a'). Podem-se destacar, também, os tratamentos S3 e S7, que entre aqueles que foram submetidos ao cultivo axênico, apresentaram maior solubilidade da FDN.

Com relação à fração insolúvel potencialmente degradável 'b', os tratamentos S1, S2, S3, S6, S7, S8 e S9 não diferiram entre si e foram superiores ($P < 0,05$) aos tratamentos S4 e S5.

Os tratamentos S2 e S7 apresentaram maior taxa de degradação 'c' ($P < 0,05$) do que os tratamentos S4, S6 e S8. Os demais tratamentos não diferiram entre si e dos tratamentos S2, S4, S6, S7 e S8.

Para degradabilidade potencial (DP), os tratamentos S3, S7, S8 e S9 apresentaram valores de 100% e foram superiores aos demais tratamentos, com exceção do S1, que não apresentou diferença estatística em relação aos tratamentos S3, S7, S8 e S9 e aos tratamentos S2 e S6.

Os tratamentos que apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) de degradabilidade efetiva (DE) da FDN foram S3, S7, S8 e S9. Castro et al. (2004) encontraram os valores de 37,07% e 65,42% para a fração solúvel 'a' e para DE da FDN, respectivamente, em experimento com substratos semelhantes aos tratamentos S3 e S7 com *Pleurotus sajor-caju*. Os valores menores para a fração 'a' e DE do S3 e S7 do trabalho podem estar relacionados com a diferença entre os ingredientes utilizados, pois os resíduos de lixadeira (algodão) utilizados foram fornecidos por indústrias diferentes.

O tratamento S8 obteve maior valor ($P < 0,05$) da fração 'a' para FDN, seguido pelos tratamentos S9 e S7. No entanto, todos estes tratamentos foram eficientes em aumentar a fração 'a' da FDN quando comparados com seus ingredientes iniciais. Tais alterações são resultado do metabolismo dos microrganismos durante a compostagem e dos fungos *Agaricus blazei* e *Pleurotus sajor-caju*, ambos capazes de solubilizar parte dos componentes da parede celular dos ingredientes utilizados. No entanto, os fungos possuem um metabolismo mais eficiente em desestruturar a parede celular de compostos fibrosos, principalmente por serem capazes de degradar a lignina.

As equações de degradabilidade estimada da FDN para os tratamentos, nos tempos de incubação, estão apresentadas na Figura 4.3.

Os tratamentos S3, S7, S8 e S9 apresentaram um melhor comportamento da curva de degradabilidade estimada em relação aos

tratamentos S1, S2, S4, S5 e S6. Pode-se observar (Figura 4.3), também, que os tratamentos S4, S5 e S6, que foram aqueles tratados com *Pleurotus* num processo fermentado, apresentaram um comportamento pior da curva estimada em relação aos demais tratamentos, ilustrando, assim, os valores mais baixos ($P<0,05$) da degradabilidade efetiva da FDN apresentada por estes tratamentos, quando comparados com os demais.

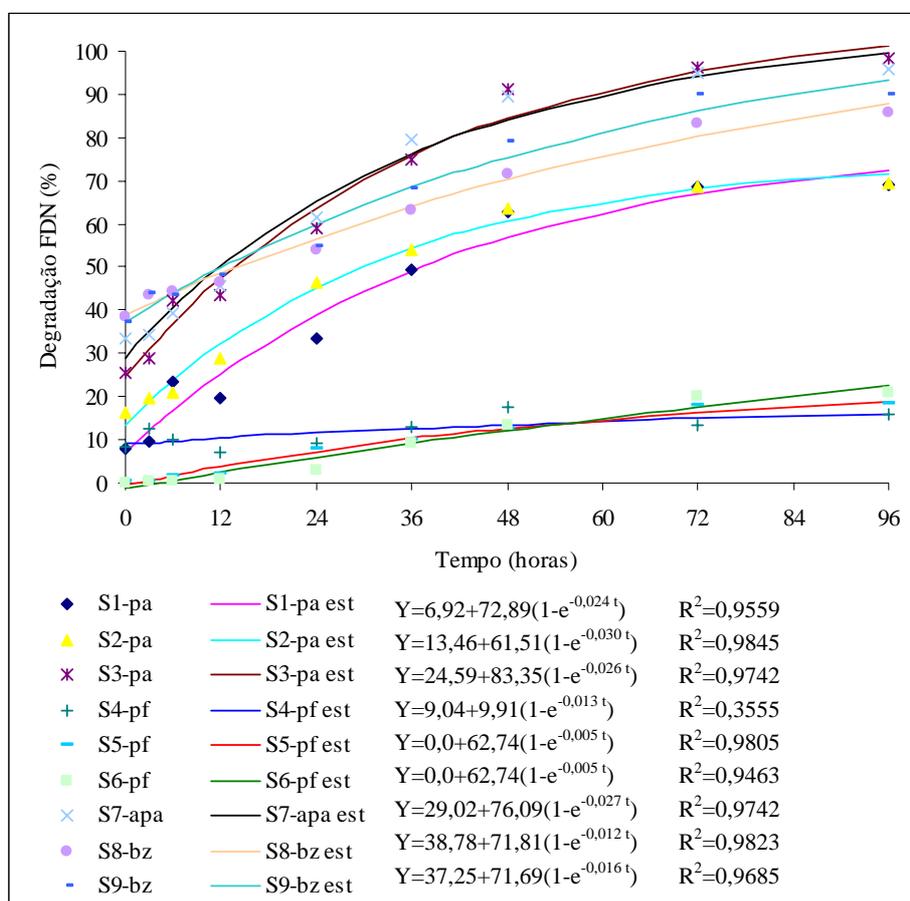


FIGURA 4.3. Ajuste da equação de degradabilidade ruminal de Orskov e McDonald (1979) para FDN em função dos tempos de incubação.

5. CONCLUSÕES

A inoculação com *Pleurotus sajor-caju* em processo axênico e com *Agaricus blazei* em processo fermentado foi eficiente em aumentar a qualidade do resíduo de lixadeira de algodão, alterando sua composição bromatológica e a degradabilidade das frações MS, PB e FDN, sendo uma alternativa para agregar valor nutricional ao resíduo de lixadeira, tornando possível sua utilização na alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMOVIĆ, M.; GRUBIĆ, G.; MILENKOVIĆ, I.; JAVANOVIĆ, R.; PROTIĆ, R.; SRETENOVIĆ, L.; STOIVIĆ, L. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 71, n. 3/4, p. 357-362, Apr. 1998.
- AERTS, J. W.; De BRABANDER, D. L.; COTTYN, B. G.; BUYSSE, F. X. Comparison of laboratory methods for predicting of the organic matter digestibility of forage. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 337-349, 1977.
- AGRIANUAL 2002 – Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP/ Agros, 2002.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Agricultural and Food Research Council: Technical Committee on responses to nutrients: Nutritive requirements of ruminant animals: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews: Series B**, London, v. 62, n. 9, p. 65-71, Sept. 1992.
- ALMEIDA, O. C.; PAIVA, P. C. A.; REZENDE, C. A. P.; PEREZ, J. R. O.; BANYS, V. L.; MUNIZ, J. A.; BONFIN, M. A.; BONFIM, E. R. P. Cinética ruminal do resíduo têxtil da fibra do algodão submetido a tratamentos físicos e químicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 846-851, jul./ago. 2002.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of the Association of Analytical Chemist**. 15. ed. Washington, 1990. v. 1, 684.
- BISARIA, R.; MADAN, M.; VASUDEVAN, P. Utilization of agro-residues as animal feed through bioconversion. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 5-8, 1997.
- BONONI, V. L.; TRUFEM, S. F. B. **Cogumelos comestíveis**. São Paulo: Editora Ícon, 1985. 85 p.
- CAPELARI, M. **Atividade biodegradadora e cultivo de três espécies comestíveis de basídeomicetos: Pleurotus spp e Agrocybe perfecta (Rick) sing.** 1996. 190 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; DIAS, E. S.; SANTOS, J. Avaliação das alterações bromatológicas e de degradabilidade do resíduo de lixadeira do algodão após tratamento biológico com *Pleurotus sajor-caju*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 608-613, maio/jun. 2004.

MAHER, M. J.; MAGETTE, W. L.; SMYTH, S.; DODD, V. A. et al. **Managing spent mushroom compost, end of project report 4444**. Dublin: Teagasc, 2000. 34 p.

MERTENS, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 88, n. 1, p. 645, Mar. 1977.

MODA, E. M. **Produção de *Pleurotus sajor-caju* em bagaço de cana-de-açúcar lavado e o uso de aditivos visando sua conservação “in natura”**. 2003. 84 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MOORE, K. R.; POND, M. H.; WHITLOW, L. W.; CHASE, B. E. Waste cotton as a feed resource for cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 305, Feb. 1992. Supplement 1.

NAVARATRE, H. U. R. G.; IBRAHIM, M. N. M.; SHIERE, J. B. Comparison of four techniques for predicting digestibility of tropical feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 109-221, 1990.

NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. H. **Linear statistical models: regression analysis of variance and experimental designs**. 2. ed. Washington: Richard D. Irwin, 1985. 1125 p.

NOCEK, J. E. Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 5, p. 1347-1358, May 1985.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2059, Aug. 1988.

ØRSKOV, E. R. **Nutrición proteica de los ruminants**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178 p.

ORSKOV, E. R; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, Apr. 1979.

ORTEGA, G. M.; MARTINEZ, E. O.; BETANCOURT, D.; GONZALÉZ, A. E.; OTERO, M. A. Bioconversion of sugar cane crop residues with White-rot fungi *Pleurotus sp.* **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, London, v. 8, n. 4, p. 402-405, July 1992.

PARK, Y. K.; IKEGAKI, M.; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Determinação da concentração de β -glucano em cogumelo *Agaricus blazei* Murill por método enzimático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 312-316, set./dez. 2003.

PATRABANSH, S.; MADAN, M. Studies on cultivation , biological efficiency and chemical analisys of *Pleurotus sajor-caju* (FR) Singer on different bio-wastes. **Acta Biotechnologica**, Berlin, v. 17, n. 2, p. 107-122, 1997.

SANTOS, R. A. **Comparação das técnicas *in situ* e produção de gás na avaliação de alimentos para ruminantes**. 2001. 100 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

POORE, M. H. Whole cottonseed in sorghum-silage based diets for development heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 382, July 1994. Supplement.

POOS-FLOYD, M.; KLOPFENSTEIN, T.; BRITTON, R. A. Evaluation of laboratory techniques for predicting ruminal protein degradation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 4, p. 829-839, Apr. 1985.

SANTOS, J.; CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; BANYNS, V. L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 919-923, jul./ago. 2004.

SAS INSTITUTE Inc. **SAS/ETS® User's Guide**. Version 6. 2. ed. Cary, 1995.

SILVA, D. J. da. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1990. 166 p.

SINGER, R.; HARRIS, B. Mushrooms and truffles for human consumption and other uses. In: SINGER, R.; HARRIS, B. **Mushrooms and truffles**: botany, cultivation and utilization. Ciesnmitt: Koeltz Scientific Books, 1987. cap. 13, p. 273-278.

SOUZA, O. Tratamento de subprodutos e resíduos lignocelulósicos com uréia na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p. 195-213.

STERN, M. D.; SATTER, L. D. Evaluation of nitrogen solubility and the dacron bag technique as methods for estimating protein degradation in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 3, p. 714-724, Mar. 1984.

STREETER, C. L.; CONWAY, K. E.; HORN, G. W.; MADER, T. L. Nutritional evaluation of wheat straw incubated with edible mushroom *Pleurotus*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 1, p. 183-188, Jan. 1982.

STURION, G. L.; OETTERER, M. Utilização da folha da bananeira como substrato para cultivo de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 194-200, maio/ago. 1995.

TEIXEIRA, J. C. Tabelas de valores médios de degradabilidade para alguns alimentos concentrados e volumosos (dados brasileiros). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEP, 1997. p. 303-327.

UDEN, P.; VAN SOEST, P. J. Investigations of the in situ bag technique and a comparison of the fermentation in heifers, sheep, ponies and rabbits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 1, p. 213-221, Jan. 1984.

Van SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

YARA, R. **Bactérias associadas a *Pleurotus* sp.** 2002. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZADRAZIL, F. The conversion of straw into feed by Basidiomycetes. **European Journal of Applied Microbiology**, New York, v. 4, n. 3, p. 273-281, 1977.

ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Suplementação da cana-de-açúcar com guandú no cultivo de *Pleurotus* sp. Flórida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 9, p. 959-964, set. 1997.

CAPÍTULO V

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE RESÍDUO DE ALGODÃO SUBMETIDO AO CULTIVO DE COGUMELO EM OVINOS

RESUMO

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. Consumo e digestibilidade de resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo em ovinos. In: _____. **Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo.** 2007. 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.⁹

O experimento foi realizado nas instalações do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de julho a dezembro de 2006, com o objetivo de avaliar o efeito do cultivo de cogumelos na qualidade do resíduo de lixadeira de algodão na digestibilidade em ovinos. O farelo de resíduo utilizado foi o exaurido da produção do cogumelo *Agaricus blazei* num substrato com 45% de resíduo de lixadeira de algodão, 45% de feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo. Foram utilizadas cinco ovelhas da raça Santa Inês com peso médio de 23,20 Kg. Os animais foram colocados em gaiolas de metabolismo, onde foram avaliados os consumos e feitas as coletas totais de fezes e urina. As dietas foram balanceadas segundo o sistema do AFRC (1993), contendo 50% de feno de *coastcross* e 50% de concentrado para suprir a exigência de 49,25g de proteína metabolizável e 8,68 MJ de energia metabolizável. Os tratamentos consistiam em substituir 10, 20, 30 e 40 % do feno da dieta padrão pelo farelo de resíduo. Foi utilizado um quadrado latino 5 x 5 (5 animais e 5 períodos), num esquema de *change over*, em que todas as ovelhas receberam todos os tratamentos. A inclusão do farelo de resíduo proporcionou maiores consumos ($P<0,05$) em $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS, PB e FDN do concentrado e total diário e MS, PB e FDN em relação à % PV e $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}\cdot\text{PV}^{0,75}$. A inclusão do farelo de resíduo nas dietas não alterou a digestibilidade da FDN, mas proporcionou diminuição ($P<0,05$) de digestibilidade da MS e da PB a partir da inclusão de 6,66% e 15,83% de farelo de resíduo, respectivamente, sendo que estas porcentagens de inclusão proporcionaram os maiores valores de digestibilidade da MS e da PB das dietas. A digestibilidade da PB foi baixa e a quantidade de N ingerida pelos animais e nas fezes aumentou ($P<0,05$) com a inclusão do farelo de resíduo nas dietas. No entanto, a quantidade de N na urina foi baixa, sugerindo que os animais tiveram uma reciclagem alta de N. Estas alterações promovidas pelo aumento de inclusão do farelo de resíduo na dieta estão diretamente relacionadas ao aumento de consumo de feno, uma vez que, apesar de este resíduo ser rico em fibra, não

⁹ **Comitê Orientador:** Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Orientador); Eustáquio Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

proporcionou inibição de consumo de feno nos níveis de substituição de um pelo outro. O resíduo de algodão após a produção de cogumelo tem potencial para ser utilizado na alimentação de ruminantes, mas necessita de mais estudos, principalmente em relação à fermentação ruminal e ao perfil de ácidos graxos produzidos.

Palavras Chave: Farelo de Resíduo, Algodão, Digestibilidade, Consumo, Balanço de N, Ovinos.

ABSTRACT

GONÇALVES, Clenderson Corradi de Mattos. Intake and digestibility of cotton textile mill waste submitted to mushroom cultivation in sheep. In **Quality and nutritive value of cotton textile mill waste submitted to mushroom cultivation**. 2007. 165p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.¹⁰

The experiment was conducted in the facilities of the Animal Nutrition Laboratory of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras (UFLA), over the period of July to December of 2006 with the purpose of evaluating the effect of the addition of cotton textile mill waste meal into the ovine diet in digestibility trial. The utilized residue meal was exhausted from the production of mushroom *Agaricus blazei* in a substrate containing 45% of cotton textile mill waste, 45% of *coast cross* hay and 10% of wheat meal. Five ewes of the Santa Inez breed averaging 23.20 Kg were utilized. The animals were placed into metabolism cages, where the intakes were evaluated and the total collections of urine and feces were done. The diets were balanced according to the AFRC (1993) system containing 50% of coast-cross hay and 50% of concentrate to supply the requirement of 49.25g of metabolizable protein and 8.68 MJ of metabolizable energy. The treatments consisted in replacing 10, 20, 30 and 40 % of the hay of the standard diet by the waste meal. A 5 x 5 Latin square (5 animals and 5 periods) in a change-over scheme was utilized, where all the ewes were given all the treatments. The addition of waste meal provided higher intakes ($P < 0.05$) in $\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$ of DM, CP and NDF of the concentrate and daily total of DM, CP and NDF relative to the % LW and $\text{g}\cdot\text{day}^{-1}\cdot\text{LW}^{0.75}$. The addition of residue meal into the diets did not alter the NDF digestibility, but provided a decrease ($P < 0.05$) of the digestibility of DM and CP from the addition of 6.66% and 15.83% of waste meal, respectively, these percentages of addition provided the highest values of digestibility of DM and CP of the diets. The digestibility of CP was low and the amount of B ingested by the animals and in the feces increased ($P < 0.05$) with the addition of waste meal into the diets. Nevertheless, the amount of N in the urine was low, suggesting that the animals had a high recycling of N. These alterations promoted by the increase of the addition of waste meal in the diet are directly related to increased hay intake, since, in spite of this waste being rich in fiber, it did not cause the inhibition of hay intake in the replacement levels of one by the other. Use of cotton textile

¹⁰ Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA (Adviser); Eustaquio de Souza Dias – DBI/UFLA; Juan Ramón Olalquiaga Perez – DZO/UFLA.

mill waste after mushroom production has the potential to be utilized in ruminant feeding, but it needs further studies, mainly in relation to the ruminal fermentation and the profile of produced fatty acids.

Key Words: Waste Meal, Cotton, Digestibility, Intake, N Balance, Sheep.

1. INTRODUÇÃO

O resíduo de lixadeira de algodão é um subproduto da indústria têxtil proveniente do processo de polimento do tecido, que antecede o tingimento. Este subproduto é rico em constituintes da parede celular e se apresenta de forma bem organizada, dificultando, assim, uma degradação mais rápida deste material. Assim, o resíduo de lixadeira se torna um produto poluente para as indústrias têxteis e fica armazenado nos pátios até ser encaminhado para aterros sanitários.

Uma possibilidade para aproveitamento deste material poderia ser a inoculação de fungos decompositores, entre os quais pode ser destacado o cogumelo *Agaricus blazei*, que utiliza materiais fibrosos para sua produção. Este cogumelo pode melhorar a qualidade do material exaurido (substrato após a produção), agregando nitrogênio e modificando a estrutura da fibra, tornando-se, assim, uma alternativa para posterior aproveitamento deste exaurido na alimentação de ruminantes.

O cogumelo *Agaricus blazei*, também conhecido como cogumelo do sol, tem despertado grande interesse dos pesquisadores recentemente, pois além de ser decompositor de compostos fibrosos, possui alto valor nutritivo, apresenta propriedades medicinais e tem um alto valor comercial. São eficientes em degradar fibras devido à capacidade que estes fungos apresentam de produzir enzimas como a celulase, a hemicelulase e a lignase.

A digestibilidade é um parâmetro importante para determinar o valor nutritivo do alimento porque afeta o consumo e a eficiência de utilização dos nutrientes, o que reflete na produtividade dos animais.

Para avaliar o exaurido do *A. blazei* contendo resíduo de algodão na alimentação de ruminantes, pode-se usar ensaio de digestibilidade com ovinos em gaiolas metabólicas, método de coleta total por meio do qual se controla o

consumo e as sobras dos alimentos pelos animais, bem como o excretado na forma de fezes e urina.

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do cultivo do cogumelo no consumo e digestibilidade do resíduo de algodão em ovinos.

2. REFERENCAL TEÓRICO

O resíduo de lixadeira, resultante do beneficiamento da indústria têxtil do algodão, é um subproduto rico em constituintes de parede celular, tem baixa digestibilidade, é pobre em proteínas e minerais (Santos et al., 2004) e, em seu estado natural, apresenta limitações para uso na alimentação de ruminantes.

Castro et al. (2004) também relataram baixa qualidade nutricional do resíduo de lixadeira, encontrando valores de 1,22%; 94,4%; 91,34%; 89,59%; 3,06% e 1,77% para proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente.

A utilização de tratamentos biológicos com fungos basidiomicetos capazes de degradar celulose, hemicelulose e lignina (Capelari, 1996; Souza, 1998) pode ser uma alternativa viável para melhorar a qualidade do resíduo de algodão para posterior ser utilização na alimentação de ruminantes.

Na literatura, em alguns trabalhos se observa que a inoculação de fungos basidiomicetos em materiais fibrosos melhorou a qualidade destes materiais, proporcionando aumento da proteína bruta e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Adamovic et al., 1998; Bisaria et al., 1997; Schmidt et al., 2003a; Schmidt et al., 2003b; Streeter et al., 1982).

Da classe dos basidiomicetos podemos destacar o cogumelo *Agaricus blazei*, que vem despertando grande interesse para uso na alimentação humana, pois além de possuir elevado valor nutritivo, com poucas calorias, apresentou, em estudos científicos, recentes propriedades medicinais potenciais. Quando desidratado, é rico em proteínas e carboidratos, contendo de 40 a 45% de proteína bruta, 38 a 45% de carboidratos, 6 a 8% de fibra, 5 a 7% de cinzas e 3 a 4% de lipídeos, com predominância do ácido linoléico (70 a 78%). Contém

vitaminas do complexo B (B1 e B2), niacina e grande quantidade de potássio (2,97%), além de outros minerais, como P, Mg, Ca, Na, Cu, Zn, Fe, Mn e Mo (Mizuno, 1995; Morais et al., 2000; Ranzani & Sturion, 1998; Urban, 2004; Vedder, 1991). O composto para cultivo de *Agaricus blazei* é constituído, em geral, de materiais fibrosos à base de palhas vegetais (ricos em carbono e pobres em nitrogênio), que devem ser distribuídas em pilhas para uma pré-decomposição antes da inoculação do fungo. O uso de matérias fibrosas na produção de compostos para o *Agaricus blazei* é possível devido aos cogumelos deste gênero produzirem enzimas lignolíticas, celulolíticas e hemicelulolíticas (Eira, 2003).

Desta forma, a utilização do resíduo de algodão na produção de *A. blazei* pode vir a ser uma alternativa, pois além de produzir cogumelos de alto valor comercial, pode melhorar a qualidade deste subproduto, viabilizando seu uso na alimentação de ruminantes.

A capacidade peculiar dos animais ruminantes em coletar, processar e aproveitar alimentos fibrosos, convertendo-os em substâncias nutritivas, depende intimamente da fermentação ruminal realizada pelos microrganismos que habitam os pré-estômagos destes animais, que, por sua vez, requerem energia e proteína em quantidade e qualidade adequadas à sua demanda metabólica para a hidrólise e digestão de moléculas complexas, como, por exemplo, a celulose (Church, 1988).

De acordo com Silva & Leão (1979), a composição e a digestibilidade são características inerentes ao alimento e o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal. O consumo é fundamental à nutrição, pois determina o nível de nutrientes ingeridos e, portanto, a resposta animal (Van Soest, 1994).

Na verdade, o consumo de matéria seca é uma função complexa, envolvendo interações entre animal, alimento, manejo alimentar e fatores do

meio (Mertens, 1992 e Mertens, 1994), e os mecanismos que o regulam são físicos, fisiológicos e psicogênicos. Portanto, a demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica, ao passo que a capacidade física do trato gastrointestinal determina o consumo de dietas de baixa qualidade e a densidade energética (Van Soest et al., 1991).

Segundo Van Soest (1994), a fibra em detergente neutro (FDN) inclui principalmente a celulose, a hemicelulose e a lignina. Desta forma, a FDN é o componente do alimento que mais se aproxima dos valores do conteúdo da parede celular e melhor representa os constituintes de baixa degradação da dieta (Mertens, 1989).

Existem correlações entre a ingestão voluntária e o teor de FDN graças à relação desta com a ocupação de espaço pelos alimentos volumosos (Mertens, 1989). Assim, se a ingestão é limitada pela ocupação de espaço do trato gastrintestinal, alimentos com alto teor de FDN terão sua ingestão restringida (Conrad et al., 1964). Por outro lado, em dietas com baixa proporção de FDN e com densidade energética mais elevada, a demanda fisiológica do animal em energia passa a ser o fator que limita a ingestão (Mertens, 1994); neste caso, o animal consome alimento para manter constante o aporte de energia, enquanto a ingestão de MS diminui com o aumento da digestibilidade.

Segundo Mertens (2001), a efetividade da fibra na manutenção da porcentagem de gordura do leite é diferente da efetividade de fibra em estimular a atividade de mastigação. Para esclarecer estes conceitos, dois novos termos foram desenvolvidos: FDN efetivo (FDN_e), que está relacionado à habilidade total de um alimento em substituir a forragem de forma que a porcentagem de gordura do leite seja mantida; e FDN fisicamente efetivo (FDN_{fe}), que está relacionado às propriedades físicas da fibra (principalmente tamanho da partícula) que estimulam a atividade mastigatória e estabelecem a estratificação bifásica do conteúdo ruminal. O FDN_{fe} deveria ser sempre menor do que o

FDN, ao passo que FDN_e pode ser menor ou maior que a concentração de FDN em um alimento.

Estando presentes em todo o processo de fermentação ruminal, o pH, a concentração de amônia e a proporção molar dos ácidos graxos voláteis (AGVs) poderão ser afetados por características nutricionais como nível de consumo, estratégias de alimentação, qualidade de forragem e relação volumoso/concentrado, entre outros fatores (Dutra, 1996).

Segundo Teixeira (1992), a elevação do consumo de alimentos afeta a digestibilidade em função do aumento na taxa de passagem, que, por sua vez, provoca um decréscimo na digestibilidade da fração do alimento, que apresenta digestão mais lenta, principalmente em níveis de manutenção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Resíduo de lixadeira tratado com *Agaricus blazei*

Na tentativa de criar alternativas para eliminação de resíduos poluentes como o resíduo de lixadeira (algodão), proveniente do polimento do tecido na indústria têxtil, foram realizados experimentos no Departamento de Biologia da UFLA com o objetivo de avaliar diferentes formulações de substratos (compostos) contendo este resíduo de algodão na produção de *Agaricus blazei* (cogumelo do sol).

O substrato para produção de *Agaricus blazei* com resíduo de lixadeira proporcionou uma produção satisfatória de cogumelos e possuía em sua constituição 45% de feno de *coastcross*, 45% de resíduo de lixadeira (algodão) e 10% de farelo de trigo.

Depois de esgotado o ciclo produtivo do cogumelo, o substrato descrito anteriormente, e ainda contendo hifas, foi seco ao ar e moído em moinho de martelo, transformando-se, assim, em farelo de substrato de *Agaricus blazei* com resíduo de lixadeira (farelo de resíduo).

3.2. Local, instalações e período de realização

O experimento foi realizado com ovinos, no período de julho a dezembro de 2006, nas instalações do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras – MG. A cidade está situada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude W.Gr. e à altitude de 918 m.

Os animais experimentais foram instalados em gaiolas metabólicas individuais adequadas para ensaios de digestibilidade *in vivo*, providas de comedouro, bebedouro e cocho próprio para suplementação mineral.

Cada gaiola metabólica possuía, acoplado ao assoalho, um sistema de captação de fezes e urina. As fezes foram recolhidas em bandejas plásticas e a urina foi acondicionada em baldes plásticos, adaptados com uma tela separadora, evitando que as fezes e a urina se misturassem. Cada balde recebeu 100 mL de solução de HCl a 10% a fim de evitar perda de N para o ambiente.

3.3. Animais e alimentação

Foram utilizadas cinco ovelhas da raça Santa Inês, nascidas em outubro de 2005, com peso médio e desvio padrão inicial de $23,20 \pm 0,80$ Kg. Os animais foram distribuídos ao acaso nas gaiolas e receberam uma dose de ivermectina injetável (endo-ectoparasita) no período pré-experimental de adaptação às dietas, ao manejo e ao ambiente.

O delineamento experimental utilizado foi um quadrado latino 5x5 (5 animais e 5 períodos), num esquema de *change over*, em que todas as ovelhas receberam todos os tratamentos, sendo um tratamento por período. Cada período experimental teve 14 dias, sendo 9 dias de adaptação e 5 dias de coleta.

A alimentação dos animais consistiu de feno de *coastcross* (*Cynodon dactylon* L. Pers.) picado em partículas de aproximadamente 2 cm, em picadeira de faca, farelo de resíduo (*A. blazei*), milho moído, polpa cítrica, farelo de soja e suplemento mineral. As dietas foram balanceadas para proteína e energia metabolizável segundo o sistema do AFRC (1992).

As dietas foram oferecidas em duas refeições diárias (às 7:00 e 16:00 horas), sendo que cada refeição continha 50% do total diário oferecido. As dietas foram ajustadas para que ocorrem sobras de feno de aproximadamente 10%

em relação à oferta. Cada animal tinha, à disposição, água limpa e fresca à vontade, trocada diariamente.

3.4. Tratamentos

Uma dieta inicial padrão para os animais, com aproximadamente 50% de feno de *coastcross* e 50% de concentrado, foi balanceada para proteína e energia metabolizável segundo o sistema do AFRC (1992). Todas as dietas foram formuladas para tentar suprir as exigências de 49,25 g de proteína metabolizável e 8,68 MJ de energia metabolizável estimadas para ovinos de 24 Kg de PV com ganhos médios de 120 g/dia. Os tratamentos experimentais contituíam em substituir parte do feno da dieta padrão pelo farelo de resíduo nas proporções de 10%, 20%, 30% e 40% (tabela 5.1).

TABELA 5.1. Quantidade em gramas dos nutrientes nas dietas experimentais.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Feno de <i>coastcross</i>	565 (100)*	510 (90)	450 (80)	395 (70)	350 (60)
Farelo de resíduo	0	55 (10)	110 (20)	160 (30)	215 (40)
Milho moído	225	170	110	65	55
Polpa cítrica	240	285	335	375	370
Farelo de soja	10	17	25	30	35
Suplemento mineral	15	15	15	15	15
Total	1055	1052	1045	1040	1040

*Números entre parênteses correspondem aos níveis, em porcentagens, de substituição do feno pelo farelo de resíduo.

O suplemento mineral utilizado foi um produto comercial que possuía as seguintes quantidades dos minerais por Kg do produto: 183,35 g de Ca; 81 g de P, 19,89 g de S; 18,89 g de Mg; 114 g de Na; 33,4 mg de Co; 288 mg de Cu; 1.500 mg de Fé; 810 mg de F; 60 mg de I; 1.449,49 mg de Mn; 9,9 mg de Se e 3.999,8 mg de Zn.

As composições químicas do feno, do farelo de resíduo e dos ingredientes das rações encontram-se na tabela 5.2.

TABELA 5.2. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (% MS).

Ingredientes	MS	PB	FDN	FDA
Feno de coastcross	85,84	7,51	85,91	44,40
Farelo de Resíduo	90,47	11,24	46,40	45,78
Milho	88,89	9,09	6,77	2,04
Polpa cítrica	90,76	7,50	24,99	23,81
Farelo de Soja	90,96	51,25	9,63	5,84

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA

As quantidades de feno e dos demais ingredientes das dietas foram pesadas diariamente numa balança Filizola digital com escala de 1g, nas quantidades descritas na Tabela 5.1. O feno era pesado em baldes individuais (um balde / tratamento) e fornecido no comedouro separado dos demais ingredientes. Os demais ingredientes, juntamente com o farelo de resíduo, também eram pesados em baldes individuais (um balde / tratamento) e posteriormente misturados manualmente e fornecido aos animais. Desta forma, foram fornecidos o feno e o concentrado contendo o farelo de resíduo na mesma hora, mas em cochos separados.

3.5. Fase pré-experimental e de coleta

Os cinco períodos experimentais foram consecutivos e imediatos e apresentaram, cada um, uma fase pré-experimental e uma fase de coletas.

O primeiro período foi mais longo (23 de julho a 11 de agosto de 2006 - 20 dias), tendo a fase pré-experimental duração de 15 dias, seguida da fase de coletas, com duração de 5 dias. Este período demandou mais tempo para permitir que os animais se adaptassem bem às instalações, ao manejo e à ingestão das dietas.

Os quatros períodos subseqüentes (12 de agosto a 6 de outubro de 2006 - 56 dias) tiveram durações mais curtas, semelhante ao encontrado nos trabalhos de digestibilidade aparente, tendo, cada período, 9 dias pré-experimentais e 5 dias de coletas.

3.6. Coleta de alimentos, sobras, fezes e urina

O feno fornecido e os ingredientes das rações foram amostrados em dias alternados em cada período e as amostras foram, posteriormente, homogeneizadas, formando uma única amostra composta para cada ingrediente, que era seca em estufa de ventilação forçada de ar a 60°C, identificada e armazenada em potes de plástico para análises posteriores.

O alimento recusado (sobra), que era recolhido antes do fornecimento da refeição matutina, era pesado e amostrado diariamente e para cada animal (mínimo de 20% da sobra total). Uma amostra composta das sobras de feno e do concentrado de cada animal por período experimental foi homogeneizada, seca em estufa de ventilação forçada de ar, a 60°C, identificada e armazenada em potes de plástico para análises posteriores.

As fezes e a urina eram recolhidas pela manhã, antes do manejo alimentar. A coleta de fezes era total, seus pesos eram anotados e estas eram amostradas (20%), acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas.

A urina produzida por cada animal tinha seu volume (mL) também registrado, era efetuada amostragem (20%) e o material era acondicionado em vidro âmbar devidamente identificado para cada animal e, posteriormente, congelado.

As amostras de fezes e de urina foram congeladas a -20°C para posteriores análises químico-bromatológicas.

3.7. Análises bromatológicas

Para a determinação da matéria seca parcial dos alimentos, sobras e fezes, utilizou-se estufa de circulação forçada de ar com temperatura regulada para 60°C por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm, identificadas e armazenadas em potes de plástico.

As amostras do feno, ingredientes, sobras e fezes foram analisadas para MS e PB e as amostras de urina, para MS e N total, segundo as metodologias descritas por Silva (1990). Utilizaram-se os métodos descritos por Van Soest et al. (1991) para determinação da FDN e FDA do feno, ingredientes, sobras e fezes.

3.8. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de um quadrado latino 5x5 (5 animais e 5 períodos), num esquema de *change over*, sendo que todas as

ovelhas receberam todos os tratamentos, um tratamento para cada animal em cada período, quando foram estudados o consumo e a digestibilidade aparente da MS, PB e FDN e também o balanço de nitrogênio, o que resultou em um total de vinte e cinco parcelas experimentais.

O modelo estatístico foi

$$y_{ijk} = \mu + t_i + p_j + a_k + e_{ijk},$$

em que:

- y_{ijk} - observação referente ao tratamento i no período j , no quadrado k ;
- μ - uma constante associada a todas as observações;
- t_i - o efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4$ e 5);
- p_j - o efeito do período j ($j = 1, 2, 3, 4$ e 5);
- a_k - o efeito do animal k ($k = 1, 2, 3, 4$ e 5);
- e_{ijk} - o erro experimental associado a todas as observações, que por hipótese têm distribuição normal, com média zero e variância σ^2 .

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, submetidos à análise de regressão utilizando rotinas desenvolvidas no software Statistical Analysis System (SAS, 1995).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aceitabilidade e peso dos animais

É importante relatar que como o substrato de cogumelo com resíduo de lixadeira de algodão (Resíduo) é um material novo, passou por testes anteriores, por meio dos quais se tentou o fornecimento deste material na forma *in natura*, ou seja, na forma úmida, e observou-se que a sua aceitação pelos animais, tanto bovinos quanto ovinos, não foi satisfatória. Então, foi promovida a desidratação deste material, ao ar, com reviragens durante o dia, para que, desta forma, se promovesse uma menor perda de nitrogênio proveniente das hifas do cogumelo. Após o material estar seco, foi observada uma boa aceitação por parte dos animais, principalmente os bovinos. No entanto, para ser utilizado no experimento de digestibilidade com ovinos, este material foi moído, homogeneizado (farelo de resíduo) e posteriormente misturado no concentrado, para evitar seleção de ingredientes por parte dos animais.

No experimento, as borregas entraram e saíram com pesos médios de 23,2 Kg e 27,6 Kg, respectivamente, comprovando ganho médio de 4,4 Kg durante o período experimental.

Apesar de os animais não terem ganhado o peso estimado para balanceamento das dietas, ganharam peso satisfatório, uma vez que sofreram grande *stress* por estarem confinados em uma gaiola de metabolismo e por causa das rotinas experimentais.

4.2. Consumo de MS, PB e FDN

Na Tabela 5.3 estão apresentadas as médias de consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) do feno, do concentrado e total para cada tratamento, em gramas por dia (g.dia^{-1}), e o consumo total diário de MS, PB e FDN em porcentagem do peso vivo (% PV) e em relação ao peso metabólico ($\text{g.Kg}^{-1}\text{PV}^{0,75}$)

TABELA 5.3. Valores médios de consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de feno, de concentrado e total e consumo como porcentagem do peso vivo e em relação ao peso metabólico, para cada tratamento, com os respectivos coeficientes de variação.

Parâmetros	Porcentagem do Farelo de Resíduo					CV (%)
	0	10	20	30	40	
	Consumo (g.dia^{-1})					
MS Feno	401,73	391,02	393,47	384,98	395,55	6,66
MS Concentrado	457,39	512,50	557,54	587,41	600,51	5,16
MS Total	859,12	903,52	951,02	972,39	996,07	2,66
PB Feno	32,89	31,28	31,90	30,89	31,35	4,20
PB Concentrado	41,65	49,95	56,72	62,08	64,45	6,30
PB Total	74,54	81,23	88,63	92,98	95,81	3,87
FDN Feno	345,42	336,64	340,79	333,25	342,72	6,75
FDN Concentrado	73,83	107,54	134,00	157,89	168,52	7,67
FDN Total	419,26	444,19	474,80	491,14	511,25	4,10
	Consumo (% PV)					
MS	3,34	3,50	3,62	3,74	3,85	2,90
PB	0,288	0,316	0,338	0,358	0,370	4,13
FDN	1,628	1,724	1,806	1,894	1,978	4,06
	Consumo ($\text{g.Kg}^{-1}\text{PV}^{0,75}$)					
MS	75,26	79,02	82,00	84,45	86,91	2,73
PB	6,53	7,10	7,64	8,06	8,35	4,12
FDN	36,64	38,84	40,89	42,69	44,60	3,99

O consumo de feno (MS) e, conseqüentemente, a quantidade de ingestão de PB e FDN proveniente deste feno pelos animais não apresentaram diferença entre os tratamentos estudados (Tabela 5.3). No entanto, observou-se efeito significativo para ingestão de MS, PB e FDN do concentrado e total diário em g por dia e do consumo de MS, PB e FDN total em porcentagem do peso vivo e em relação ao peso metabólico. À medida que se aumentou a inclusão do farelo de substrato de cogumelo na dieta, aumentou o consumo, com comportamento linear até a inclusão de 40% em relação ao feno (Figura 5.1). Como o farelo de substrato foi misturado no concentrado, o maior consumo de MS do concentrado está diretamente relacionado a um maior consumo do farelo de cogumelo.

Os valores de ingestão diária de MS em porcentagem do peso vivo dos animais que receberam os tratamentos com 10, 20 e 30% de inclusão do farelo de algodão na dieta estão abaixo dos preconizados pelo NRC 2006; no entanto, aqueles que receberam o tratamento com 40% de inclusão de farelo de substrato na dieta apresentaram consumos semelhantes ao preconizado pelo NRC 2006, que sugere que uma borrega de 20 Kg com ganho de 150g diários deveria consumir 780g de MS por dia, o que corresponde a 3,91% de seu peso vivo.

Os dados encontrados para consumo de MS diário em % do PV (Tabela 5.3) foram maiores do que aqueles encontrados por Rodrigues et al. (1998), que trabalharam com carneiros adultos castrados e feno de *coastcross* e verificaram 2,1% PV de consumo de MS diário. Schmidt et al. (2003b) avaliaram o consumo de feno de *Braquiaria decumbens* com e sem inoculação de *Pleurotus ostreatus* em carneiros adultos e observaram aumento de consumo de MS em % PV do feno tratado pelo fungo (1,83 % PV), mas inferior aos dados de consumo encontrados nesta pesquisa. Em relação a outras espécies de ruminantes, Ítavo et al. (2002), com bovinos jovens que receberam feno de *coastcross* como único alimento, encontraram consumos de apenas 1,7%PV (média).

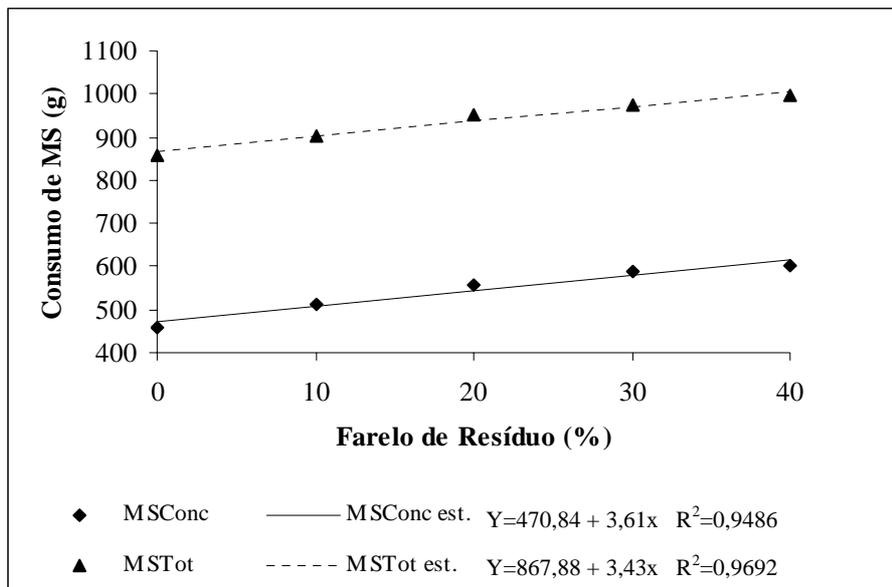


FIGURA 5.1. Consumo de matéria seca, em gramas, do concentrado e total, em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.

O aumento linear (Figura 5.1) de consumo de MS diária e da MS do concentrado pelos animais nos diferentes tratamentos está relacionado aos fatos de o farelo de substrato, após o tratamento com o fungo, ter apresentado um menor valor de FDN do que o feno, e a este substrato ter sido moído em peneira fina, não atuando, desta forma, como FDN fisicamente efetivo e não promovendo, portanto, um enchimento do rúmen suficiente para afetar o consumo diário. Isto pode explicar porque o consumo de feno foi semelhante entre todos os tratamentos, justamente para promover um enchimento do rúmen até a depressão do consumo pela fibra fisicamente efetiva.

Segundo Mertens (1992), o aumento dos níveis de FDN em forrageiras e/ou dietas está associado à limitação na ingestão de matéria seca. Ele sugeriu

que a limitação por enchimento poder ser correlacionada em nível de FDN de uma ração e propôs o valor médio de consumo de 1,2% do PV em FDN como nível de consumo regulado por mecanismos físicos.

Segundo Mertens (2001), a FDN efetiva (FDN_e) está relacionada à habilidade total de um alimento em substituir a forragem de forma que a porcentagem de gordura do leite seja mantida com um perfil de ácidos graxos voláteis semelhante aos produzidos por forrageiras no rúmen e a FDN fisicamente efetiva (FDN_{fe}) está relacionada às propriedades físicas da fibra (principalmente tamanho da partícula) que estimulam a atividade mastigatória e estabelecem a estratificação bifásica do conteúdo ruminal. Dessa forma, os fatos de o farelo de substrato de cogumelo ter passado pelo processo de moagem e o fungo ter desestruturado sua fibra inicial influenciaram seu comportamento no rúmen, não se comportando como uma fibra fisicamente efetiva, mas podendo ter se comportado como uma fibra efetiva.

Os consumos de proteína bruta (PB) diária pelos animais (Tabela 5.3) foram menores do que aqueles preconizado pelo NRC 2006, que sugere um consumo de 104g de proteína bruta por dia para uma borrega de 20 Kg e ganho de 150 g/dia; no entanto, pode-se observar que apesar de os animais estarem em gaiolas de metabolismo e sofrerem *stress* constantemente, obtiveram ganho de peso próximo ao estimado durante a formulação da dieta.

Os consumos de PB total e proveniente do concentrado pelos animais aumentaram com o aumento do farelo de substrato na dieta. Este comportamento está relacionado ao fato de o consumo de feno ter sido igual em todos os tratamentos, mesmo com o aumento de fibra na dieta proveniente do farelo de substrato, como foi explicado anteriormente. Dessa forma, o consumo de PB acompanhou o aumento de consumo de MS com a inclusão do farelo de resíduo na dieta dos animais.

Na figura 5.2 estão apresentadas as curvas estimadas de consumo de proteína bruta, em gramas, do concentrado e total, em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.

O consumo de PB total estimado teve um comportamento linear com o inclusão do resíduo de lixadeira na dieta, semelhante ao comportamento da MS total (Figura 1). No entanto, a curva estimada de consumo de PB do concentrado se comportou de forma quadrática; a equação de regressão aponta para um consumo máximo de PB de concentrado com a inclusão de 52,78% de farelo de substrato de cogumelo na dieta inicial.

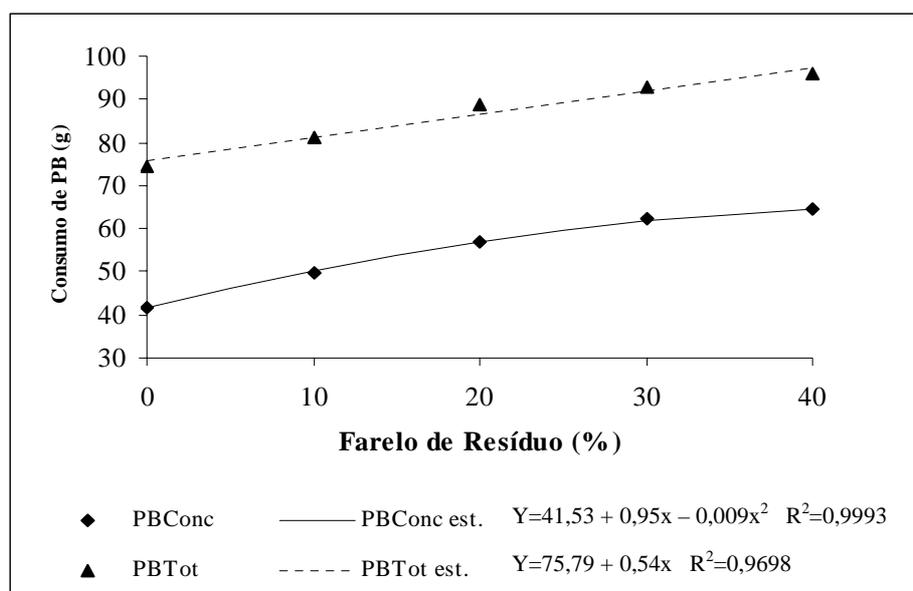


FIGURA 5.2. Consumo de proteína bruta, em gramas, do concentrado e total, em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.

Na figura 5.3 estão apresentadas as curvas de consumo de fibra em detergente neutro (FDN) do concentrado e total em função das porcentagens de inclusão de farelo de resíduo.

O consumo médio diário de FDN do feno pelos animais não apresentou diferença entre os tratamentos. O consumo de FDN da dieta e do FDN do concentrado pelos animais aumentou com a inclusão do farelo de resíduo na dieta. Este aumento de consumo de FDN da dieta está diretamente relacionado ao aumento de consumo de MS discutido anteriormente, em que o farelo de resíduo não apresentou uma FDN fisicamente efetiva para proporcionar um enchimento de rúmen a ponto de inibir o consumo de feno, comprovando, assim, a importância da qualidade da fibra na regulação de consumo (Mertens, 2001; Van Soest, 1994).

Pode-se observar, na figura 5.3, que o consumo de FDN total diário pelos animais apresentou um comportamento linear em função do aumento da porcentagem de farelo de substrato na dieta, ilustrando o efeito da FDN do farelo de substrato, da forma como foi utilizado nas dietas experimentais, em não proporcionar uma diminuição de consumo. Os consumos de FDN diários observados tiveram valores maiores do que 1,2 % do PV dos animais, valor proposto por Mertens (1992) como sendo um valor médio para que fatores físicos relacionados a FDN regulem o consumo de MS diário.

O consumo de FDN do concentrado apresentou um comportamento quadrático, em que a equação de regressão estima um consumo máximo de FDN de concentrado com a inclusão de 54,14% de farelo de resíduo na dieta.

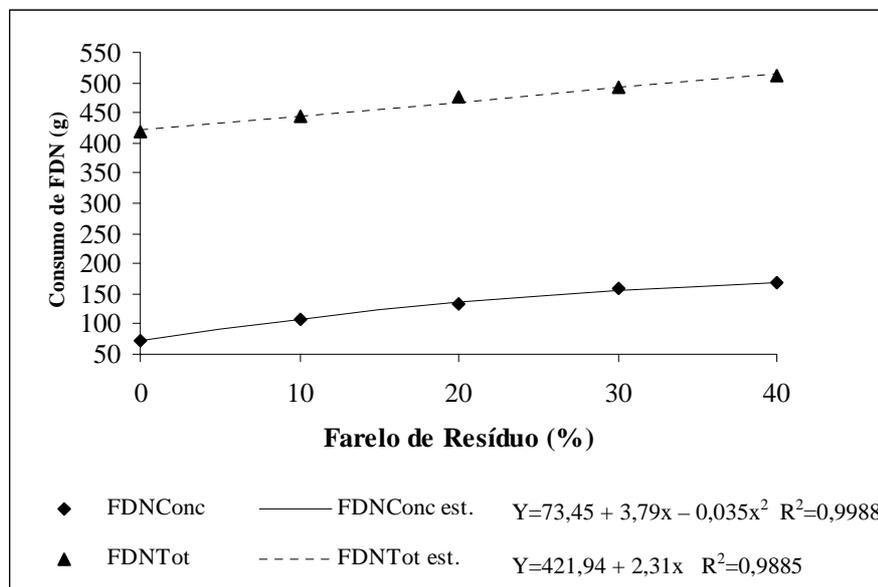


FIGURA 5.3. Consumo de fibra em detergente neutro, em gramas, no concentrado e total, em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.

O comportamento das curvas de consumo de MS, PB e FDN em função da porcentagem de inclusão do farelo de resíduo na dieta, em porcentagem do peso vivo, está apresentado na figura 5.4; e em relação ao peso metabólico, na figura 5.5.

Pode-se observar, nas figuras 5.4 e 5.5, que as curvas estimadas de consumo de MS, PB e FDN em porcentagem do peso vivo e em relação ao peso metabólico apresentaram um comportamento linear, aumentando gradativamente à medida que as porcentagens de farelo de substrato eram aumentadas na dieta.

De Paula et al. (2005), estudando o consumo de feno de braquiária num ensaio de digestibilidade com inclusão de misturas protéicas e níquel, encontraram valores de 56,54 e 1,83 g kg⁻¹ PV^{0,75} para consumo de MS e PB no tratamento que apresentou melhores resultados, valores estes menores do que os encontrados neste experimento (Tabela 5.3).

Schmidt et al. (2003b) avaliaram o valor nutritivo de feno de braquiária amonizado com uréia ou inoculado com *Pleurotus ostreatus* e observaram que os animais que consumiram maior quantidade de matéria seca por dia foram aqueles que receberam feno inoculado com *Pleurotus* e adição de uréia na dieta. Os valores encontrados neste experimento (Tabela 5.3) foram superiores aos encontrados por Schmidt et al. (2003b), que observaram consumo de MS diária de 2,35% de PV e 57,5g por PV^{0,75} para o tratamento que mais se destacou.

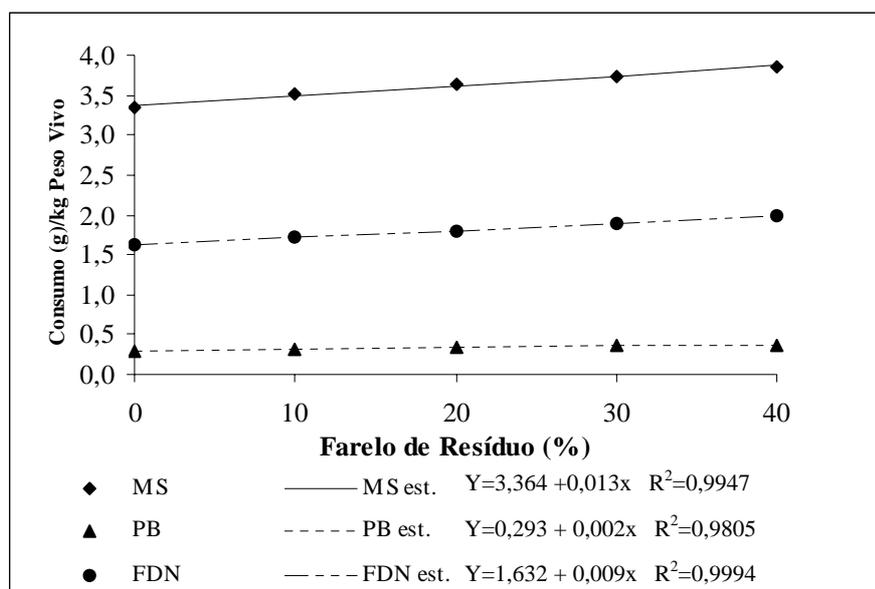


FIGURA 5.4. Consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro como porcentagem do peso vivo em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.

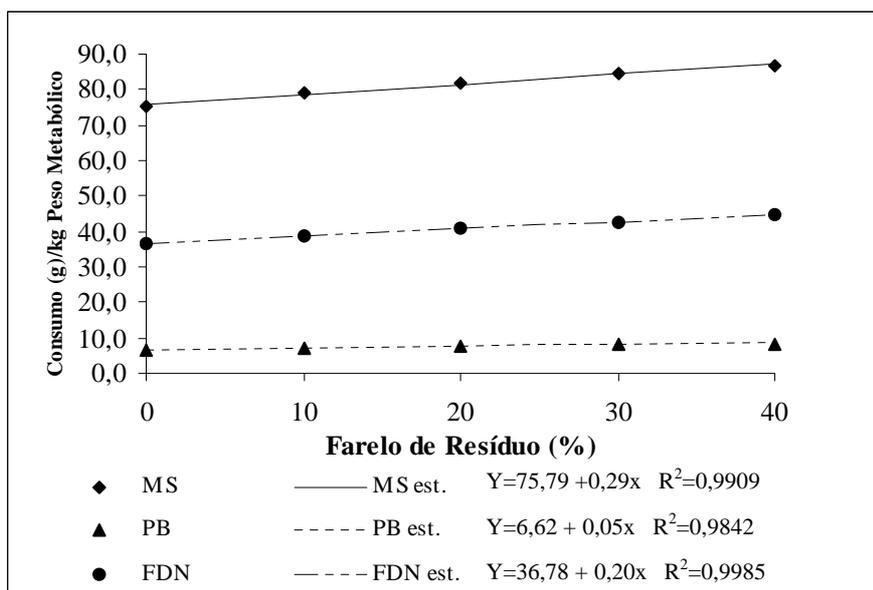


FIGURA 5.5. Consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro com relação ao peso metabólico, em função das porcentagens de inclusão de farelo de resíduo.

4.3. Digestibilidade aparente da MS, PB e FDN

Foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos em relação à digestibilidade da MS e da PB, entretanto não houve diferença entre os tratamentos em relação à digestibilidade da FDN com o aumento dos níveis de inclusão do farelo de substrato na dieta.

Os valores de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro são apresentados na Tabela 5.4.

TABELA 5.4. Digestibilidade aparente dos nutrientes em porcentagem e seus respectivos coeficientes de variação (CV).

Tratamentos	Nutrientes		
	MS	PB	FDN
1	61,03	51,96	45,80
2	63,14	54,54	50,96
3	60,14	53,50	49,32
4	58,61	51,39	49,24
5	56,13	49,98	47,52
CV (%)	3,42	3,78	6,14

De Paula et al. (2005) avaliaram o efeito da concentração protéica sobre a digestibilidade do feno de braquiária e encontraram valores maiores para digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta das dietas com maior nível protéico, sendo 49,38% e 30,67% para DAMS e DAPB, respectivamente, valores mais baixos do que os encontrados no experimento em discussão (Tabela 5.4). No entanto, Salvador (2003), estudando a digestibilidade de dietas contendo feno de *coastcross* e amiréia com diferentes equivalentes protéicos, encontrou valor da DAMS de 53,53% para dietas contendo Amiréia 150, valor este mais baixo do que os encontrados neste experimento; entretanto, para a DAFDN e DAPB, o autor encontrou valores de 58,98% e 73,58% respectivamente, maiores do que os apresentados na tabela 4. Moreira et al. (2001) avaliaram a digestibilidade do feno de *coastcross* em ovinos e encontraram valores de 48,92%, 58,70% e 50,85% para digestibilidade aparente da MS, PB e FDN, respectivamente.

Na figura 5.6 podemos observar o comportamento da curva estimada da digestibilidade da MS e PB em função das porcentagens do farelo de algodão.

Podemos observar (Figura 5.6) que as curvas estimadas para digestibilidade da MS e PB apresentaram um comportamento quadrático, ou seja, a digestibilidade da MS foi maior com a inclusão de 6,66 % de farelo de substrato na dieta e a digestibilidade da PB atingiu seu valor maior com a inclusão de 15,83% de farelo de substrato na dieta. Depois de atingirem maior digestibilidade da MS e PB com a inclusão de 6,66% e 15,83%, ambas as curvas decresceram com maiores quantidades de inclusão do farelo de algodão.

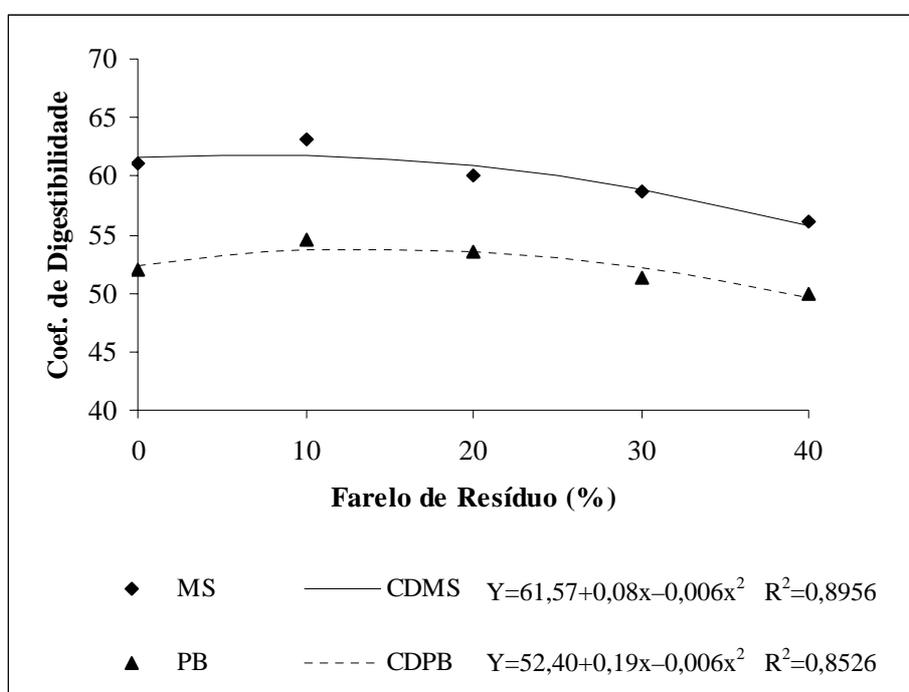


FIGURA 5.6. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta em função das porcentagens de inclusão do farelo de resíduo.

Como foi relatado anteriormente, o comportamento das curvas de digestibilidade da MS e PB está diretamente ligado à ingestão de feno. Nas figuras 5.4 e 5.5 pode-se observar maior consumo de MS e PB das dietas, com o

aumento das porcentagens de inclusão de farelo de substrato de algodão. No entanto, este maior consumo de MS e PB dos níveis de inclusão do farelo de substrato em relação à testemunha (0%) está diretamente relacionado com a MS e PB do feno, uma vez que os níveis de farelo de algodão entraram em substituição ao feno nas dietas; porém, como estávamos testando um alimento novo, o consumo de feno pelos animais não foi limitado.

Desta forma, o efeito da diminuição de digestibilidade da MS e PB quando foram utilizados níveis superiores a 16% de inclusão do farelo de substrato na dieta está diretamente ligado à digestibilidade da MS e PB do feno e ao desbalanceamento da dieta que o aumento de consumo de MS proveniente do feno proporcionou em relação à dieta padrão (0%), alterando, desta forma, a fermentação ruminal.

Os fatores relacionados com o aumento de consumo de MS proveniente do feno de *coastcross* podem ter diminuído a digestibilidade da MS e PB por alterarem a fermentação ruminal, o pH e o perfil de AGVs (Dutra, 1996) e por aumentarem a taxa de passagem (Teixeira, 1992).

4.4. Balanço de nitrogênio

Os valores de N absorvido, urinário e retido em g/dia, N retido g /Kg $PV^{0,75}$ e N retido / N ingerido e N retido / N absorvido em porcentagem não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

Os valores de nitrogênio (N) ingerido, fecal, absorvido, urinário e retido em gramas por dia, retido em g $PV^{0,75}$ e a relação do N retido/N ingerido e N retido/N absorvido em porcentagem estão apresentados na tabela 5.5.

TABELA 5.5. Valores do balanço de nitrogênio, para cada tratamento, com os respectivos coeficientes de variação.

Parâmetros	Porcentagem de Algodão					CV (%)
	0	10	20	30	40	
N¹ ingerido (g/dia)	11,93	12,99	14,18	14,88	15,33	3,88
N fecal (g/dia)	5,42	6,04	6,53	7,17	8,28	15,93
N absorvido (g/dia)	6,51	6,96	7,65	7,71	7,05	10,02
N urinário (g/dia)	1,16	1,32	1,43	1,51	1,52	17,93
N retido (g/dia)	5,35	5,65	6,23	6,21	5,53	15,02
N retido (g/kg PV^{0,75})	0,47	0,49	0,53	0,54	0,48	15,09
N retido/N ingerido (%)	45,36	43,56	43,48	42,11	36,14	17,40
N retido/N absorvido (%)	82,29	80,57	81,17	80,33	78,49	5,72

¹N-nitrogênio.

Na figura 5.7 observa-se o comportamento linear da curva para N ingerido e N fecal, em que podemos observar (tabela 5.5) um aumento linear destas variáveis com a inclusão do farelo de resíduo na dieta. Como discutido anteriormente, este aumento de N ingerido e fecal está diretamente correlacionado com o aumento de consumo de MS do feno. O aumento da excreção fecal de N com o aumento da inclusão do farelo de resíduo na dieta vem comprovar a diminuição da digestibilidade da PB com o aumento do consumo de feno.

Os valores de N na urina (tabela 5.5) foram baixos em relação aos valores encontrados por Henrique et al. (2003), Ladeira et al. (2002) e Salvador (2003), que encontraram valores de N na urina de 7,10g/dia, 9,6 g/dia e 4,7 g/dia, respectivamente, avaliando diferentes dietas para ovinos. No entanto, os valores de N na urina neste experimento foram semelhantes aos observados por De Paula et al. (2005), que encontraram o valor de 1,56g/dia em ovinos recebendo apenas feno de *Brachiaria brizantha*.

Liziere et al. (1990) observaram aumentos das excreções urinárias de N com incremento dos níveis de proteína degradável na dieta de cabras adultas.

Observações semelhantes foram feitas por Valadares et al. (1997) em relação ao aumento da concentração protéica das dietas. Chalupa et al. (1970) relacionaram a maior excreção de N na urina ao excesso de N solúvel na dieta ou à ineficiência no aproveitamento deste pelos microrganismos ruminais, provavelmente em virtude de excesso de amônia resultante da rápida hidrólise ruminal, sua posterior absorção pelas paredes ruminais e excreção como uréia na urina.

É importante destacar que apesar de as dietas apresentarem baixa quantidade de proteína bruta e a digestibilidade da proteína ter sido baixa, os animais ganharam peso. Este fato está relacionado com o aumento da reciclagem de N em dietas com baixa quantidade de PB ou com a baixa digestibilidade da PB da dieta. Church (1988) enfatizou que o mecanismo de conservação permite a sobrevivência de ruminantes com dietas muito pobres em N. Relatou, ainda, que dietas com baixa quantidade de N proporcionam uma maior reciclagem do N, podendo chegar a valores altos, como 15g de N reciclado chegando ao rúmen de ovelhas com dietas pobres em PB. Lapierre & Lobley (2001) relataram que dietas com maior quantidade de forragens proporcionaram uma maior reciclagem do N quando comparadas com dietas com maiores quantidades de concentrado.

Na figura 5.7 observa-se o comportamento da curva estimada de N ingerido e nas fezes em relação à inclusão do farelo de resíduo na dieta.

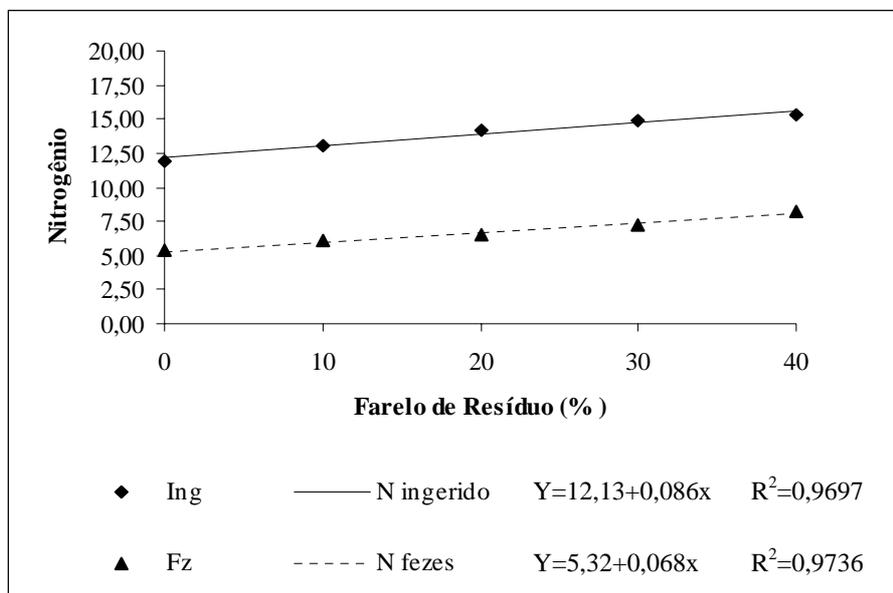


FIGURA 5.7. Nitrogênio ingerido e nas fezes em função das porcentagens de inclusão de farelo de resíduo.

5. CONCLUSÕES

Os concentrados com diferentes níveis de inclusão de farelo de resíduo (da indústria têxtil e tratados com *A. blazei*) tiveram boa aceitação pelos animais, constituindo uma alternativa para alimentação de ruminantes.

Como é um produto novo, são necessários mais estudos sobre o fornecimento deste resíduo para ruminantes, principalmente em relação ao perfil de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen com a inclusão do farelo de resíduo na dieta ou em substituição de parte do volumoso na dieta dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMOVIC, M.; GRUBIC, G.; MILENKOVIC, I.; JAVONOVIC, R.; PROTIC, R.; SRETENOVIC, L.; STOICEVIC, L. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 71, n. 3/4, p. 357-362, Apr. 1998.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Agricultural and Food Research Council: Technical Committee on responses to nutrients: Nutritive requirements of ruminant animals: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews: Series B**, London, v. 62, n. 9, p. 65-71, Sept. 1992.

BISARIA, R.; MADAN, M.; VASUDEVAN, P. Utilization of agro-residues as animal feed through bioconversion. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 5-8, 1997.

CAPELARI, M. **Atividade biodegradadora e cultivo de três espécies comestíveis de basideomicetos: Pleurotus spp e Agrocybe perfecta (Rick) sing.** 1996. 190 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; DIAS, E. S.; SANTOS, J. Avaliação das alterações bromatológicas e de degradabilidade do resíduo de lixadeira do algodão após tratamento biológico com *Pleurotus sajor-caju*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 608-613, maio/jun. 2004.

CHALUPA, W.; CLARK, J.; POLIGER, P.; LAVLER, R. Detoxication of ammonia in sheep fed soy protein or urea. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 100, n. 2, p. 170-176, Feb. 1970.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.** Englewood Cliffs: O&B Broks, 1988. 564 p.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 47, n. 1, p. 54-62, jan. 1964.

DE PAULA, O. J.; GRAÇA, D. S.; VASQUEZ, E. A.; MARTINS, R. G. R. Efeito do níquel e da concentração protéica sobre o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia e balanço de nitrogênio do feno

de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, p. 212-219, 2005. Suplemento 2.

DUTRA, A. R. **Efeito dos níveis de fibra e fontes de proteínas sobre a digestão dos nutrientes e síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos**. 1996. 118 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R.; ALLEON, G. F.; LANNA, D. P. D. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2007-2015, nov./dez. 2003. (suplemento 2).

ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES, S. D.; SILVA, F. F.; VALADARES, E. D. S.; PAULINO, M. F.; ITAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1024-1032, fev. 2002.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. 612 p.

LADEIRA, M. M.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. D. S.; BRITO, S. C.; de SÁ, L. A. Balanço de nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2357-2363, nov./dez. 2002.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 223-236, 2001. E. Suplement.

LIZIEIRE, R. S.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. J. VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, O. F. Níveis crescentes de proteína degradada no rúmen de cabras. I Efeitos sobre consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 6, p. 552-561, nov./dez. 1990.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, p. 1-33, 1992.

MERTENS, D. R. Fiber analysis and its use in ration formulation. In: ANNUAL PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, 24., 1989, Idaho. **Proceeding...** Idaho: Riverside Boise, 1989. p. 1-10

MERTENS, D. R. Physically effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p. 25-38.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY J. R., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization.** Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MIZUNO, T. K. *Agaricus blazei Murrill*: Medicinal and dietary effects. **Food Review International**, Oxford, v. 11, n. 1, p. 172-197, 1995.

MORAIS, M. H.; RAMOS, A. C.; MATOS, N.; SANTOS-OLIVEIRA, E. J. Note: production of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*), on lignocellulosic residues. **Food Science Technology International**, Madison, v. 6, n. 2, p. 123-128, Apr. 2000.

MOREIRA, A. L.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. D.; MORAES, S. A.; ZERVOUDAKIZ, J. T. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim *coastcross*, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1099-1105, maio/jun. 2001. Suplemento, 1.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids.** Washington D. C. : National Academy, 2006. 362 p.

RANZANI, M. R.; STURION, G. L. Amino acid composition evaluation of *Pleurotus* spp cultivated in banana leaves. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 48, p. 339-348, 1998.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Digestibilidade aparente com ovinos de duas gramíneas do gênero *Cynodon* [*Cynodon dactylon* (L.) Pers]. In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 50

SALVADOR, F. M. **Utilização de amiréias (produto da extrusão amido + uréia) em ovinos alimentados com feno de coastcross.** 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, J.; CASTRO, A. L. A.; PAIVA, P. C. A.; BANYNS, V. L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 919-923, jul./ago. 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS/ETS® User's Guide.** Version 6. 2. ed. Cary, 1995.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; NASCIMENTO, J. S.; VARGAS JUNIOR, F. M. Tratamento do feno de braquiária pelo fungo *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1866-1871, nov./dez. 2003a.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; VARGAS JUNIOR, F. M.; ROSSI, P. Valor nutritivo do feno de braquiária amonizado com uréia ou inoculado com *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2040-2049, nov./dez. 2003b.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)** Viçosa: UFV, 1990. 196 p.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 384 p.

SOUZA, O. Tratamento de subprodutos e resíduos lignocelulósicos com uréia na alimentação de ruminantes. In. CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p. 195-213.

STREETER, C. L.; CONWAY, K. E.; HORN, G. W.; MADER, T. L. Nutritional evaluation of wheat straw incubated with edible mushroom *Pleurotus*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 1, p. 183-188, Jan. 1982.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de ruminantes.** Lavras, MG: Edições FAEPE, 1992. 239 p.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 187 p.

VALADARES, R. D. F.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, J. B.; RODRIGUES, N. M.; SILVA, J. F. C. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1259-1263, jun. 1997.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New Youk: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and monstarch polissacharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

VEDDER, P. J. C. **Cultivo Morderno Del Champiñon**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1991. 370 p.

CAPÍTULO VI
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os objetivos do presente trabalho e as discussões realizadas nos diversos capítulos, pode-se observar que o resíduo de algodão da indústria têxtil é um subproduto bom para ser utilizado na produção de *Pleurotus sajor-caju*, pois na formulação do substrato contendo maior quantidade de resíduo foi o que proporcionou maior produção deste cogumelo.

Em relação à produção de *Agaricus blazei*, os substratos contendo o resíduo proporcionaram produções razoáveis, mas dentro dos padrões produtivos comerciais no Brasil. Talvez, com mais estudos e testando formulações diferentes, pode-se chegar a maiores produções. Desta forma, este subproduto de algodão tem potencial para produção de cogumelos *A. blazei*.

Observou-se, também, que os cogumelos foram eficientes em melhorar a constituição dos substratos contendo o resíduo de algodão e, conseqüentemente, melhorar a qualidade deste subproduto, sendo, assim, uma alternativa para viabilizar a utilização deste material na alimentação de ruminantes.

No ensaio de degradabilidade, o tratamento com 80% de resíduo de algodão e 20% de farelo de trigo no cultivo de *Pleurotus* no processo axênico e os tratamentos com 30% resíduo de algodão, 60% feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo e com 45% resíduo de algodão, 45% feno de *coastcross* e 10% de farelo de trigo no cultivo de *A. blazei* no processo fermentado se destacaram, apresentando alta degradabilidade e surgindo como alternativa para melhorar o valor deste subproduto e aumentar sua degradabilidade para ser usado na alimentação de ruminantes.

No ensaio de digestibilidade foi testado o farelo de resíduo (exaurido) proveniente do cultivo do *A. blazei* na formulação com 45% de resíduo, 45% de feno e 10% de farelo de trigo em substituição à parte do volumoso fornecido aos ovinos diariamente e observou-se que este farelo de resíduo proporcionou aumento de consumo de matéria seca pelos animais devido à sua fibra não ter

proporcionado um enchimento de rúmen semelhante a um volumoso. Para melhor qualificação do farelo de resíduo, seria interessante estudar o perfil de ácidos graxos produzidos durante a fermentação deste subproduto no rúmen. No entanto, pelos resultados pode-se relatar que este farelo tem potencial para ser utilizado na alimentação de ruminantes.

ANEXOS

Tabela		Página
1A	Análise de variância para produtividade e eficiência biológica (EB) do <i>Pleurotus sajor-caju</i> nos diferentes substratos.....	160
2A	Análise de variância para produtividade e eficiência biológica (EB) do <i>Agaricus blazei</i> nos diferentes substratos..	160
3A	Análise de variância para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de cinco ingredientes considerando um experimento em faixa.....	160
4A	Análise de variância para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de nove tratamentos considerando um experimento em faixa.....	161
5A	Análise de variância para os parâmetros de degradação da matéria seca.....	161
6A	Análise de variância para degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca em função dos tratamentos.....	161
7A	Análise de variância para fração solúvel (fração “a”) e taxa de degradação (Taxa “c”) da proteína bruta em função dos tratamentos.....	162
8A	Análise de variância para fração “b” e degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) para proteína bruta em função dos tratamentos estudados.....	162
9A	Análise de variância para os parâmetros de degradação da fibra em detergente neutro.....	162
10A	Análise de variância para degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca em função dos tratamentos.....	162
11A	Análise de variância para o consumo de matéria seca no feno (MSFeno), no concentrado (MSConc) e total (MSTot), em gramas, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	163
12A	Análise de variância para o consumo de proteína bruta no feno (PBFeno), no concentrado (PBConc) e total (PBTot), em gramas, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	163
13A	Análise de variância para o consumo de fibra em detergente neutro no feno (FDNFeno), no concentrado (FDNConc) e total (FDNTot), em gramas, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	163

14A	Análise de variância para o consumo matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), como porcentagem do peso vivo, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	164
15A	Análise de variância para o consumo matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), com relação ao peso metabólico, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	164
16A	Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN), de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	164
17A	Análise de variância para o nitrogênio ingerido (NIng), nas fezes (NFz) e absorvido (Nabs.) de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	165
18A	Análise de variância para o nitrogênio na urina (Nur) e retido (Nret), de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	165
19A	Análise de variância para o nitrogênio retido em relação ao peso metabólico (Nret/PM), porcentagem de nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido (Nret/Ning) e em relação ao nitrogênio absorvido (Nret/Nabs) de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.....	165

Tabela 1A. Análise de variância para produtividade e eficiência biológica (EB) do *Pleurotus sajor-caju* nos diferentes substratos.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		Produtividade	EB
Tratamento	5	837,43 (<0,0001)	8172,10 (<0,0001)
Repetição	14	1,19 (0,704)	11,59 (0,692)
Erro	70	1,56	14,96
CV (%)		9,69	9,72

Tabela 2A. Análise de variância para produtividade e eficiência biológica (EB) do *Agaricus blazei* nos diferentes substratos.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		Produtividade	EB
Tratamento	3	33,48 (< 0,0001)	372,02 (<0,0001)
Repetição	9	2,53 (0,468)	28,17 (0,467)
Erro	27	2,55	28,29
CV (%)		14,17	14,16

Tabela 3A. Análise de variância para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de cinco ingredientes considerando um experimento em faixa.

Fonte de variação	de	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
			MS	PB	FDN
Animal (A)		2	44,65 (0,1968)	21,07 (0,1240)	50,77 (0,1212)
Tratamento (Tr)		4	18.002,94 (<0,0001)	15.416,91 (<0,0001)	16.750,28 (<0,0001)
Erro a		8	22,26	7,69	18,27
Tempo (T)		8	4.953,20 (<0,0001)	853,77 (<0,0001)	5.762,96 (<0,0001)
Erro b		16	10,73	6,67	9,97
T x Tr		32	498,28 (<0,0001)	397,29 (<0,0001)	448,53 (<0,0001)
Erro c		64	5,32	3,51	5,67
CV1 (%)			11,30	4,28	11,08
CV2 (%)			7,85	3,98	8,18
CV3 (%)			5,53	2,89	6,17

Tabela 4A. Análise de variância para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de nove tratamentos considerando um experimento em faixa.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
		MS	PB	FDN
Animal (A)	2	15,95 (0,2090)	22,64 (0,1181)	34,57 (0,1006)
Tratamento (Tr)	8	8.578,34 (<0,0001)	5.325,21 (<0,0001)	16.064,88 (<0,0001)
Erro a	16	9,22	9,25	12,99
Tempo (T)	8	6.649,98 (<0,0001)	1.624,84 (<0,0001)	8.326,35 (<0,0001)
Erro b	16	29,14	22,29	38,54
T x Tr	64	159,11 (<0,0001)	73,69 (<0,0001)	281,71 (<0,0001)
Erro c	128	6,96	5,49	8,93
CV1 (%)		5,85	4,66	9,13
CV2 (%)		10,39	7,23	15,72
CV3 (%)		5,08	3,59	7,57

Tabela 5A. Análise de variância para os parâmetros de degradação da matéria seca.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)		
		Fração "a"	Fração "b"	Taxa "c"
Tratamento	8	652,98 (< 0,0001)	1350,54 (< 0,0001)	0,00012 (0,0246)
Erro	18	7,66	3,78	0,00004
CV (%)		8,84	4,19	22,43

Tabela 6A. Análise de variância para degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca em função dos tratamentos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		Potencial	Efetiva
Tratamento	8	1999,73 (< 0,0001)	821,72 (< 0,0001)
Erro	18	7,59	1,42
CV (%)		3,61	2,52

Tabela 7A. Análise de variância para fração solúvel (fração “a”) e taxa de degradação (Taxa “c”) da proteína bruta em função dos tratamentos.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		Fração “a”	Taxa “c”
Tratamento	8	363,43 ($< 0,0001$)	0,0232 ($< 0,0001$)
Erro	16	3,26	0,0003
CV (%)		3,37	20,49

Tabela 8A. Análise de variância para fração “b” e degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) para proteína bruta em função dos tratamentos estudados.

Fonte de variação	Gl	Quadrado Médio (p-valor)		
		Fração “b”	DP	DE
Tratamento	8	333,10 ($< 0,0001$)	1014,48 ($< 0,0001$)	492,89 ($< 0,0001$)
Erro	14	2,86	1,98	1,15
CV (%)		7,55	1,85	1,68

Tabela 9A. Análise de variância para os parâmetros de degradação da fibra em detergente neutro.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)		
		Fração “a”	Fração “b”	Taxa “c”
Tratamento	8	647,43 ($< 0,0001$)	1934,15 ($< 0,0001$)	0,00018 (0,0023)
Erro	17	10,43	118,18	0,00004
CV (%)		17,62	17,75	30,82

Tabela 10A. Análise de variância para degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca em função dos tratamentos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		Potencial	Efetiva
Tratamento	8	2999,34 ($< 0,0001$)	1290,24 ($< 0,0001$)
Erro	18	71,21	2,35
CV (%)		11,31	4,37

Tabela 11A. Análise de variância para o consumo de matéria seca no feno (MSFeno), no concentrado (MSConc) e total (MSTot), em gramas, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	G1	Quadrado médio (p-valor)		
		MSFeno	MSConc	MSTot
Animal (A)	4	12376,21 (0,0001)	1801,39 (0,1192)	22536,51 (<0,0001)
Período (P)	4	3100,06 (0,0187)	5685,20 (0,0033)	9159,90 (0,0001)
Tratamento (T)	4	188,21 (0,8892)	17189,39 (<0,0001)	15153,11 (<0,0001)
Erro	12	687,33	785,17	618,47

Tabela 12A. Análise de variância para o consumo de proteína bruta no feno (PBFeno), no concentrado (PBConc) e total (PBTot), em gramas, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	G1	Quadrado médio (p-valor)		
		PBFeno	PBConc	PBTot
Animal (A)	4	64,1243 (<0,0001)	21,6877 (0,1921)	153,6529 (0,0002)
Período (P)	4	16,7683 (0,0011)	94,5836 (0,0023)	87,9253 (0,0024)
Tratamento (T)	4	2,9895 (0,2169)	432,7160 (<0,0001)	379,7770 (<0,0001)
Erro	12	1,7705	11,9944	11,2393

Tabela 13A. Análise de variância para o consumo de fibra em detergente neutro no feno (FDNFeno), no concentrado (FDNConc) e total (FDNTot), em gramas, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	G1	Quadrado médio (p-valor)		
		FDNFeno	FDNConc	FDNTot
Animal (A)	4	9083,26 (0,0001)	167,58 (0,2080)	11362,27 (<0,0001)
Período (P)	4	2350,71 (0,0193)	622,80 (0,0053)	3264,11 (0,0014)
Tratamento (T)	4	117,50 (0,9201)	7404,64 (<0,0001)	6743,63 (<0,0001)
Erro	12	525,92	96,89	368,11

Tabela 14A. Análise de variância para o consumo matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), como porcentagem do peso vivo, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
		MS	PB	FDN
Animal (A)	4	0,1147 (0,0007)	0,00065 (0,0437)	0,0843 (0,0001)
Período (P)	4	0,0593 (0,0102)	0,00022 (0,3768)	0,0369 (0,0041)
Tratamento (T)	4	0,1988 (0,0001)	0,00541 (<0,0001)	0,0946 (0,0001)
Erro	12	0,0110	0,00019	0,0053

Tabela 15A. Análise de variância para o consumo matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), com relação ao peso metabólico, em função de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
		MS	PB	FDN
Animal (A)	4	79,2528 (0,0001)	0,4851 (0,0131)	51,8189 (<0,0001)
Período (P)	4	12,7614 (0,0918)	0,0362 (0,8222)	13,4096 (0,0126)
Tratamento (T)	4	104,1052 (0,0001)	2,6992 (<0,0001)	48,8879 (<0,0001)
Erro	12	4,9601	0,0967	2,6452

Tabela 16A. Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN), de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
		CDMS	CDPB	CDFDN
Animal (A)	4	28,6039 (0,0041)	39,344 (0,0008)	85,7088 (0,0010)
Período (P)	4	17,6267 (0,0231)	143,0884 (<0,0001)	78,9968 (0,0014)
Tratamento (T)	4	34,5557 (0,0019)	15,9804 (0,0254)	19,3556 (0,1337)
Erro	12	4,1735	3,8979	8,9011
CV(%)		3,42	3,78	6,14

Tabela 17A. Análise de variância para o nitrogênio ingerido (NIng), nas fezes (NFz) e absorvido (Nabs.) de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
		Ning	NFz	Nabs.
Animal (A)	4	3,9282 (0,0002)	0,8194 (0,5933)	2,5338 (0,0141)
Período (P)	4	2,2466 (0,0025)	2,9385 (0,0903)	1,0676 (0,1486)
Tratamento (T)	4	9,7075 (<0,0001)	6,0244 (0,0107)	1,2758(0,1010)
Erro	12	0,2896	1,1347	0,5167
CV(%)		3,88	15,93	10,02

Tabela 18A. Análise de variância para o nitrogênio na urina (Nur) e retido (Nret), de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	de	Gl	Quadrado médio (p-valor)	
			Nur	Nret
Animal (A)	4	4	0,3009 (0,0145)	1,7571 (0,1160)
Período (P)	4	4	0,2231 (0,0374)	0,7184 (0,4691)
Tratamento (T)	4	4	0,1170 (0,1765)	0,8045 (0,4163)
Erro		12	0,0618	0,7566
CV(%)			17,93	15,02

Tabela 19A. Análise de variância para o nitrogênio retido em relação ao peso metabólico (Nret/PM), porcentagem de nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido (Nret/Ning) e em relação ao nitrogênio absorvido (Nret/Nabs) de cinco tratamentos considerando um experimento em quadrado latino.

Fonte de variação	de	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
			Nret/PM	Nret/Ning	Nret/Nabs
Animal (A)	4	4	0,0095 (0,2305)	49,9013 (0,4793)	32,8751 (0,2506)
Período (P)	4	4	0,0070 (0,3555)	68,8817 (0,3306)	35,7533 (0,2181)
Tratamento (T)	4	4	0,0047 (0,5437)	62,7854 (0,3725)	9,5932 (0,7695)
Erro		12	0,0058	53,7161	21,2387
CV(%)			15,09	17,40	5,72