



**RESÍDUO DE LIXADEIRA DO ALGODÃO: PRODUÇÃO DE
COGUMELO, ENSILAGEM E ALTERAÇÕES DA
COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E DEGRADABILIDADE**

ANA LUISA AGUIAR DE CASTRO

2003

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

Castro, Ana Luisa Aguiar de

Resíduo de lixadeira do algodão: produção de cogumelo , ensilagem e alterações da composição bromatológica e degradabilidade / Ana Luisa Aguiar de Castro. -- Lavras : UFLA, 2003.

56 p. : il.

Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Alimento alternativo. 2. Bioconversão. 3. *Pleurotus sajor-caju*. 4. Líquido ruminal. 5. Resíduo industrial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.20855

ANA LUISA AGUIAR DE CASTRO

**RESÍDUO DE LIXADEIRA DO ALGODÃO: PRODUÇÃO DE
COGUMELO, ENSILAGEM E ALTERAÇÕES DA COMPOSIÇÃO
BROMATOLÓGICA E DEGRADABILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Paulo César de Aguiar Paiva

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

ANA LUISA AGUIAR DE CASTRO

**RESÍDUO DE LIXADEIRA DO ALGODÃO: PRODUÇÃO DE COGUMELO,
ENSILAGEM E ALTERAÇÕES DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E
DEGRADABILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 19 de fevereiro de 2003.

Prof. Eustáquio Souza Dias
UFLA

Prof. Roberto Maciel Cardoso
UFLA

Profa Vera Lúcia Banys
UNIFENAS

Prof. Paulo César de Aguiar Paiva
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Ofereço

Aos meus pais Hughson e Mahira e meus irmãos André e Maurício, pelo amor, amizade, confiança e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.

Dedico

Para meus avós Zeneida e Hugo, Maria e Francisco,
Para meus padrinhos tia Marília e tio Marcelo e toda minha família
que, mesmo de longe, sempre torceu por mim.

Para minhas grandes amigas Juliana Vidal, Juliana Santos, Patrícia Castelo Branco e Patrícia Augusta Chinelli pela amizade sincera, pelas risadas, pela paciência e total apoio nas horas alegres e tristes.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Mahira e Hughson e aos meus irmãos André e Maurício que sempre disseram que meu trabalho era muito especial.

À toda minha família que, mesmo sem entender direito o que eu faço, sempre me apoiou.

À Universidade Federal de Lavras, principalmente aos Departamentos de Zootecnia e Biologia pela oportunidade.

Ao Professor Paulo César de Aguiar Paiva, pela incansável orientação, amizade, paciência, respeito, apoio e confiança durante todas as etapas deste trabalho.

À Professora Vera Lúcia Banys pela amizade, pelo auxílio nas análises estatísticas e segura orientação.

Aos Professores Eustáquio Souza Dias e Roberto Maciel Cardoso pelos ensinamentos e sugestões apresentadas.

À Cláudia Regina Labory Gontijo, Prof. Romildo Silva e demais colegas da Microbiologia pelos ensinamentos.

Aos alunos de graduação do curso de Agronomia José Luís e Leonardo, pela valiosa colaboração na elaboração dos substratos.

Aos bolsistas de iniciação científica Lilian, Henrique e Sandro pelo auxílio na análises laboratoriais.

Aos funcionários dos laboratórios Eliana, Suelba, Márcio e Zé Virgílio (lab. de Nutrição Animal) e Ivani (lab. de Microbiologia) pela colaboração e apoio nas análises.

Aos funcionários Carlos Henrique Souza, Pedro Adão Pereira e Keila Cristina pela prontidão e disposição em todas as horas.

À todos os funcionários de campo do Departamento de Zootecnia, especialmente José Geraldo pela presteza e colaboração na condução do experimento.

Aos “irmãozinhos” Edgar Saenz, Danilo Lozando, Euclides Oliveira e Jocélio Araújo pelo companheirismo, convivência e ensinamentos.

Às amigas Paula Perez Ribeiro e Kamilla Ribas Soares pela amizade, apoio e torcida.

À CAPES pela bolsa de estudos.

À Companhia Industrial Jauense pelo fornecimento do resíduo de lixadeira do algodão.

Aos colegas de pós graduação pelo companheirismo.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus, por tudo.

MUITO OBRIGADA !!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 Introdução	1
2 Referencial teórico	3
2.1 A celulose	3
2.2 Caracterização e utilização do resíduo de lixadeira	4
2.3 Tratamentos para elevar o valor nutritivo de resíduos lignocelulósicos	6
2.3.1 Tratamentos biológicos	8
2.3.1.1 Produção comercial de <i>Pleurotus</i>	8
2.3.1.2 Biotransformação pelo fungo <i>Pleurotus</i>	10
2.3.1.3 Ensilagem com líquido ruminal.....	13
2.4 Ensaio de degradabilidade	15
3 Material e métodos	17
3.1 A escolha da espécie <i>Pleurotus sajor-caju</i>	18
3.2 Produção dos compostos e cultivo do <i>Pleurotus sajor-caju</i>	19
3.3 Processo de ensilagem com líquido ruminal	21
3.4 Análises laboratoriais	22
3.5 Ensaio de degradabilidade	22
3.6 Análises estatísticas	25

4	Resultados e discussão	27
4.1	Produção de <i>Pleurotus sajor-caju</i>	27
4.2	Análise bromatológica	28
4.3.1	Cinética ruminal da matéria seca	33
4.3.2	Cinética ruminal da FDN	37
5	Conclusões	41
6	Sugestões	42
7	Referências bibliográficas	43
8	ANEXO	49

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Análise bromatológica do resíduo de lixadeira, em base MS	5
2 Formulação dos ingredientes utilizados nos compostos C1 e C2	20
3 Parâmetros produtivos da produção de cogumelos, utilizando o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão em dois compostos	27
4 Efeito dos tratamentos nos componentes da parede celular do resíduo de lixadeira, em base de matéria seca	29
5 Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca do resíduo de lixadeira e respectivos coeficientes de determinação (r^2)	33
6 Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva da fibra detergente neutro do resíduo de lixadeira e respectivos coeficientes de determinação (r^2)	38

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Decomposição da celulose	4
2 Curva de degradação da matéria seca do resíduo de lixadeira, por tratamentos, em função dos tempos de incubação	36
3 Curva de degradação da fibra detergente neutro do resíduo de lixadeira, por tratamentos, em função dos tempos de incubação	39

LISTA ABREVIATURAS

a	fração solúvel do nutriente
b	fração insolúvel, mas potencialmente degradável
c	taxa de degradação da fração insolúvel (%/h)
DE	degradabilidade efetiva
DIVMS	digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
DP	degradabilidade potencial
e	base dos logaritmos neperianos (2,718)
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
GL	grau de liberdade
k	taxa de passagem da digesta ao duodeno (%/h)
MS	matéria seca
NaOH	hidróxido de sódio
P > 0,05	probabilidade não significativa a 5 %
P < 0,05	probabilidade significativa a 5 %
PB	proteína bruta
QM	quadrado médio
r ²	coeficiente de determinação
SQ	soma dos quadrados
t	tempo de incubação
Y	degradabilidade estimada do componente nutritivo após tempo “t”

RESUMO

CASTRO, A L. A. de. **Resíduo de lixadeira do algodão: produção de cogumelo, ensilagem e alterações da composição bromatológica e degradabilidade.** 2003. 56 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Com o objetivo de melhorar o valor nutritivo e a degradabilidade do resíduo de lixadeira do algodão, utilizando tratamentos biológicos de bioconversão com o cogumelo *Pleurotus sajor-caju* e ensilagem do resíduo com líquido ruminal conduziu-se o experimento nos Departamentos de Zootecnia e Biologia da Universidade Federal de Lavras, no período de julho de 2002 a janeiro de 2003. Realizou-se ensaio de produção do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em dois compostos diferentes (1 e 2) e a ensilagem por três períodos de fermentação (21, 28 e 35 dias). Em seguida o resíduo *in natura* e resultante dos cinco tratamentos foram submetidos ao ensaio de degradabilidade.

No material seco e moído, antes e após a aplicação dos tratamentos e o ensaio de degradabilidade, foram realizadas análises de matéria seca, proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e hemicelulose.

O resíduo de lixadeira de algodão, na forma de C1 e C2, obteve boa produtividade de *Pleurotus sajor-caju* por kg de substrato, podendo ser recomendado como substrato comercial para essa espécie de cogumelo comestível. Todos os tratamentos foram eficientes em aumentar o valor nutricional do resíduo de lixadeira de algodão alterando sua composição bromatológica e degradabilidade das frações MS e FDN, sendo C1 e C2 mais eficientes do que E21, E28 e E35 na melhora da composição bromatológica e degradabilidade das frações MS e FDN do resíduo de lixadeira do algodão. Conclui-se que os tratamentos biológicos testados são uma alternativa para agregar valor ao resíduo de lixadeira que possivelmente poderá ser utilizado na alimentação de ruminantes.

Comitê Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Eustáquio Souza Dias – UFLA, Roberto Maciel Cardoso – UFLA and Vera Lúcia Banys – UNIFENAS.

ABSTRACT

CASTRO, A. L. A. de. **Cotton textile mill waste: mushroom production, ensilage and alterations in chemical composition and ruminal degradability.** 2003. 56 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

With the objective to evaluate the nutritive value and ruminal degradability of the cotton textile mill waste, using biological treatments with the funghi *Pleurotus sajor-caju* and silages were made with the residue and ruminal liquid, experiments were carried out at the Departments of Animal Science and Biology of the Universidade Federal the Lavras, from July 2002 to January 2003.

In the first experiment bio-conversion was induced by the use of the residue as the main component in a substrate bed for cultivation of edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* (C1 and C2). In the second experiment csilage were made with cotton textile mill waste and ruminal liquid for 21, 28, 35 days. After that *in natura* residue and the others from the biological essay were analyzed there contents in dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and hemicellulose, following ruminal *in situ* degradability.

Cotton textile mill waste used as a substrate to growth *Pleurotus sajor-caju* showed efficient for this funghi production.

All biological treatments were efficient to modify the chemical composition of the residues and increase the ruminal degradability of dry matter and neutral detergent fiber, but results indicated that C1 and C2 treatments were more efficient than E21, E28 and E35 in decreased fibrous fractions (ADF and NDF) and increased CP of cotton textile mill waste, improving the chemical composition of the residue and increasing effective degradability of DM and NDF of cotton textile mill waste. It can be concluded that the biological treatments are an alternative to improve the nutritive value of the cotton textile mill waste and probably to be used in ruminant feeding.

Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Adviser), Eustáquio Souza Dias – UFLA, Vera Lúcia Banys – UNIFENAS and Roberto Maciel Cardoso – UFLA.

1 – INTRODUÇÃO

No Brasil são cultivados anualmente 887,5 mil hectares de algodão (AGRIANUAL, 2002), 65 % da produção nacional concentra-se na região Centro-oeste e o Brasil é o sétimo produtor mundial.

O destino do algodão brasileiro é a 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. Um outro subproduto específico da indústria têxtil, o resíduo de lixadeira, é pouco conhecido e não utilizado.

Ainda que amplamente disponíveis, e ricos em energia potencialmente disponível para os ruminantes, devido a seus altos teores de celulose e hemicelulose (resíduos lignocelulósicos), este e outros resíduos agrícolas e agro-industriais são sub utilizados na alimentação animal devido à baixa digestibilidade e baixo teor protéico. Pesquisadores têm procurado desenvolver processos para melhorar o aproveitamento de tais materiais.

Os principais fatores que contribuem para baixa degradabilidade dos resíduos lignocelulósicos são de forma geral o alto conteúdo de sílica, a lignificação e a cristalinidade da celulose. O problema para o aproveitamento do resíduo de lixadeira do algodão é o fato de a celulose se encontrar na forma cristalina, um arranjo físico pouco degradável pelos microrganismos. Esse fator além de dificultar sua utilização como fonte energética para ruminantes, ainda limita sua decomposição no meio ambiente, gerando problemas ambientais e econômicos para a indústria têxtil.

Este trabalho teve como objetivo avaliar possibilidades de melhorar o valor nutritivo e a degradabilidade do resíduo do beneficiamento têxtil do algodão conhecido como "resíduo de lixadeira" utilizando tratamentos

biológicos de bioconversão através de dois processos: utilizando o cogumelo *Pleurotus sajor-caju* e pela ensilagem do resíduo com líquido ruminal.

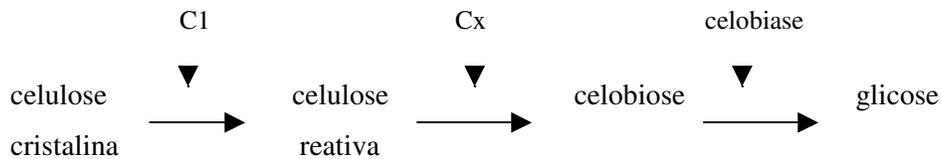
2-REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – A celulose

A celulose é um polissacarídeo estrutural da parede celular vegetal que existe em maior abundância nos vegetais. Sua molécula é um homopolissacarídeo linear não ramificado de 10.000 ou mais unidades de D-glicose, unidas por ligações glicosídicas β 1-4, de organização fibrilar e com ligações de hidrogênio inter moleculares, alternando regiões cristalinas e não cristalinas que ocorrem em intervalos irregulares. A extensão das regiões não cristalinas, chamadas amorfas, nas quais as ligações de hidrogênio ocorrem em menor grau, está relacionada a degradação da celulose por hidrólise ácida ou enzimática (Lehninger, 1985). As regiões cristalinas, organizadas na forma de microfibrilas, são menos acessíveis a agentes químicos e enzimáticos, o que dificulta a hidrólise.

A degradação biológica da celulose, consiste na hidrólise enzimática catalizada por celulasas, enzimas amplamente produzidas por fungos e bactérias. Entre os microrganismos produtores de celulasas, os fungos têm despertado maior interesse, pois suas enzimas são secretadas no meio de cultura, capacitando-os a aproveitar celulosas distante de suas hifas, enquanto as bactérias precisam estar aderidas à fibra de celulose para sua utilização.

Reese et al., citados por Guilmo (1994) diferenciaram dois hipotéticos fatores C1 e Cx; o componente C1 são enzimas de caráter não hidrolítico, responsáveis pela separação das cadeias da celulose cristalina. O componente Cx e a β glicosidase hidrolisam a celulose modificada. O esquema da decomposição da celulose sugerido por Reese et al. está na Figura 1.



celulases = C1 + Cx (C_{x1} + C_{x2} + C_{x3}) + celobiase

Cx = β 1-4 glucanases

FIGURA 1 - Decomposição da celulose (adaptado por Guilmo, 1994).

A molécula de celulose presente na parede celular vegetal é o principal componente celular que fornece energia aos ruminantes. Entretanto, outros componentes não celulósicos, como a lignina, podem exercer influência significativa na susceptibilidade da celulose à hidrólise enzimática (Conner e Richardson, 1987). A celulose cristalina também é mencionada por Akin (1986) como um fator limitante para a quebra da cadeia de celulose em glicose. Segundo o mesmo autor, a celulose de forragem livre de compostos agregados e a celulose quimicamente pura são completamente degradadas pela população microbiana ruminal.

2.2 - Caracterização e utilização do resíduo de lixadeira

O resíduo de lixadeira é obtido no processo anterior ao tingimento do tecido de algodão, e análises bromatológicas indicaram alta porcentagem de constituintes da parede celular e baixos teores de proteínas e minerais em sua constituição (Tabela 1).

TABELA 1 Análise bromatológica do resíduo de lixadeira, em base de matéria seca (MS).

Nutriente	%
Matéria seca (MS)	91,76
Proteína bruta (PB)	1,22
Fibra detergente neutro (FDN)	94,40
Fibra detergente ácido (FDA)	91,34
Celulose	89,59
Hemicelulose (HC)	3,06
Lignina	1,77

Fonte: Laboratório de Nutrição Animal – UFLA, 2001.

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

Banys et al (1998) estudando a composição química e a degradabilidade de resíduos da indústria têxtil do algodão (cottonnea, batedor, batedor 2, borra, sillow e lixadeira), concluíram que estes possuem baixos valores de proteína bruta e altos de fibra, apresentando alto potencial de degradabilidade, devido à fração B, mas baixa degradabilidade efetiva.

Poore (2001), adicionando 20% do resíduo de lixadeira na dieta de novilhas em crescimento, observou que o ambiente ruminal foi alterado, proporcionando aumento na produção de ácidos graxos voláteis (AGVs) e concluiu que o resíduo tem valor nutricional semelhante à silagem de sorgo. Ezequiel (2001) observou que a fibra do resíduo da indústria têxtil do algodão é tão efetiva no rúmen quanto a de forragens. Entretanto Almeida (2001) tratando o resíduo de lixadeira a pressão e vapor, uréia e hidróxido de sódio (NaOH),

concluiu que nenhum desses tratamentos foi eficaz em elevar a degradação da celulose e melhorar a degradabilidade.

2.3 - Tratamentos para elevar o valor nutritivo dos resíduos lignocelulósicos

Estima-se que a produção de matéria seca pela fotossíntese seja de aproximadamente 155,2 bilhões de toneladas. Calcula-se que, desta biomassa, 18 milhões de toneladas sejam resíduos e a maior parte dessa produção, que representaria fonte de carbono renovável de grande importância, é queimada ou desprezada (Rajarathnam et al. citados por Capelari, 1996).

Segundo Bisaria et al (1997), os resíduos agro-industriais são alimentos potenciais para ruminantes porque contêm polímeros estruturais como a celulose, hemicelulose e a lignina. No entanto, Marques Neto e Ferreira (1984) ressaltaram que esses resíduos apresentam elevados valores de parede celular, baixos valores de proteína bruta e minerais, sendo alimentos de baixa qualidade nutritiva, baixa digestibilidade e limitantes do consumo voluntário dos animais.

Várias pesquisas tem sido realizadas visando o aumento da qualidade nutricional e digestibilidade dos diferentes tipos de resíduos lignocelulósicos através de tratamentos físicos, químicos e biológicos (Rosa e Fadel, 2001).

Marques Neto e Ferreira (1984) ressaltaram que tratamentos em resíduos lignocelulósicos objetivam a deslignificação pelo desdobramento da lignocelulose; no resíduo de lixadeira, o tratamento eficiente deveria objetivar a quebra da celulose cristalina.

Capelari (1996), D'arce, Boin e Mattos (1985), Marques Neto e Ferreira (1984) afirmaram que os tratamentos físicos são efetivos em diminuir o índice de cristalinidade dos resíduos e aumentam a superfície de adesão dos microrganismos, tornando o substrato mais acessível ao ataque enzimático, porém não são eficientes em deslignificar o material. Os principais tratamentos

físicos utilizados para melhorar a qualidade nutricional dos resíduos agroindustriais são: moagem, peletização, irradiação e tratamento com vapor.

Outra alternativa para melhorar a qualidade nutricional dos resíduos lignocelulósicos são os tratamentos químicos. Esse tipo de tratamento consiste em utilizar substâncias capazes de dissolver os componentes da forragem mais resistentes à digestão ruminal, ocasionando digestão parcial dos resíduos e tornando a celulose mais acessível à hidrólise enzimática (Bose e Martins Filho, 1984). Nesse processo são utilizados hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio, amônia e uréia, substâncias potencialmente perigosas ao homem, e sua utilização pode contaminar o ambiente.

Também existe a possibilidade de aumentar o valor nutricional dos resíduos lignocelulósicos com tratamentos biológicos, que consistem em tratar esses materiais com fungos basidiomicetos, causadores da podridão branca da madeira, capazes de degradar a celulose, a hemicelulose e, preferencialmente, a lignina (Souza, 1998).

Os tratamentos biológicos apresentam como vantagens a necessidade de apenas pequenas quantidades de produtos químicos e de energia e o fato de não serem poluentes ao meio ambiente. Para Schmidt (2002), os tratamentos biológicos também são superiores aos químicos, pelo fato dos produtos "orgânicos" e "ecologicamente corretos" apresentarem popularidade. Como desvantagens citam-se os longos períodos requeridos para o desenvolvimento do fungo e a possibilidade de perdas de substrato, devido à contaminação e ao próprio crescimento do fungo inoculado (Berger et al, 1994).

2.3.1 – Tratamentos biológicos

2.3.1.1 – Produção comercial de *Pleurotus*

O processo de cultivo comercial de cogumelos comestíveis, independentemente da espécie, envolve seis etapas: produção do inoculante, preparação do substrato, inoculação e incubação do substrato, produção ou frutificação e colheita.

O inoculante ou “spawn” é o veículo de dispersão do micélio no substrato, sendo sua preparação uma das fases mais críticas do cultivo, devendo ser realizada sob rigorosa assepsia. O inoculante constitui-se, na maioria dos casos, de grãos de cereais cozidos e esterilizados que são inoculados com o fungo. Após a completa colonização dos grãos, esse material será utilizado para a inoculação do substrato.

Há diversas alternativas de substratos para a produção comercial de cogumelos comestíveis, uma das mais utilizadas é a técnica que preconiza o cultivo de cogumelos em substratos à base de capim, denominada técnica “Jun-Cao”, que substitui o cultivo tradicional em toras de madeira.

Os substratos utilizados na técnica "Jun-Cao" são constituídos de uma ou duas gramíneas, um tipo de farelo, gesso e água. A gramínea é a fonte de carbono para o cogumelo, o farelo, a fonte de nitrogênio e o gesso é utilizado para dar friabilidade ao substrato, aumentando sua porosidade e evitando sua compactação. Dependendo da exigência nutricional da espécie cultivada, pode ser necessário acrescentar outros componentes à formulação do substrato. Em particular, as espécies do gênero *Pleurotus sp.* apresentam grande exigência pelo elemento cálcio, conforme relatado por Srivastava e Bano, citados por Royce (1992), e tal carência deve ser suprida com adição de soja grão ou calcário (CaCO_3).

O método "Jun-Cao" associa um forte caráter ecológico a uma alternativa para o barateamento da produção comercial de cogumelos comestíveis, pois além de não contribuir para o desmatamento e de preconizar a utilização do substrato, após a produção dos cogumelos, como adubo orgânico ou alimento animal, essa técnica prevê a utilização dos resíduos disponíveis na propriedade, como bagaço de cana e palhadas, substituindo o capim da formulação inicial do substrato, reduzindo seu custo de produção.

Decidida a composição do substrato, deve-se submetê-lo à compostagem com o objetivo de eliminar, ou reduzir, os contaminantes que podem colonizar o substrato mais rapidamente, competindo e reduzindo o crescimento do cogumelo.

A compostagem é um processo de decomposição controlada no qual bactérias e fungos aeróbios presentes no substrato degradam carboidratos solúveis do material, liberando amônia que é transformada em aminoácidos e vitaminas por outras espécies microbianas. Nesse processo há elevação da temperatura interna do composto (que chega a atingir 77° C); a alta temperatura, somada ao pequeno teor de sólidos solúveis no substrato após a compostagem, reduzem a contaminação por microrganismos que poderiam colonizar o substrato mais rapidamente do que o fungo inoculado.

Após a compostagem, o substrato é submetido à pasteurização para eliminar o excesso de amônia do composto, mantendo a relação C:N favorável ao desenvolvimento do cogumelo e para eliminar possíveis microrganismos competidores do fungo inoculado. Para isso, utiliza-se um sistema de caldeira rústico em que o vapor d'água é canalizado para uma câmara de pasteurização durante período de 12 a 24 horas, retirando o excesso de amônia (Dias e Gontijo, 2000).

Após o resfriamento do substrato, o material é dividido e acondicionado em sacos de polietileno. A inoculação é feita utilizando a proporção de 1 a 5 %

de inoculante em relação ao peso do substrato (Zadrazil e Kurtzman, citados por Sturion, 1994). O tempo de colonização do composto, período necessário para crescimento micelial do fungo, varia de acordo com a espécie inoculada, o tipo de substrato e quantidade de inoculante utilizada. A literatura relata que para o *P. sajor-caju*, o tempo de colonização varia de 2 a 4 semanas.

Segundo Zadrazil e Kurtzman, citados por Sturion (1994), após a colonização total do composto pelo micélio, procede-se à mudança das condições de crescimento com a exposição do mesmo (abertura do saco), para que haja entrada de ar (diminuindo a concentração de CO₂ e aumentando a de O₂), luz e umidade, o que estimula a formação dos corpos de frutificação. Se as condições não forem ideais pode não haver frutificação.

O aparecimento dos primórdios dos corpos de frutificação varia de 7 a 21 dias após a abertura dos sacos, segundo Stamets et al, citados por Sturion (1994).

A colheita deve ser feita antes da liberação dos esporos pelo cogumelo, pois neste estágio o mesmo apresenta consistência túrgida e maior tempo de prateleira. Após a liberação dos esporos começa a senescência do cogumelo e sua durabilidade é diminuída.

2.3.1.2 - Biotransformação pelo fungo *Pleurotus sajor-caju*

Os resíduos lignocelulósicos são reciclados por vários microrganismos, sendo os mais eficientes são os fungos causadores da podridão branca da madeira (Reade e McQueen, 1983; Capelari, 1996), assim chamados devido à coloração que a madeira adquire em fases avançadas de degradação.

Rypacek, citado por Capelari (1996), classificou os fungos causadores da podridão branca como basidiomicetos pertencentes aos gêneros *Phanerochaete*, *Pleurotus*, *Trametes*, *Ganoderma*, *Lentinula*, *Pycnoporus* e

Polyporus. De acordo com Agosin et al (1985), Wood e Schmit (1987), Buswell et al (1996), Bisaria et al (1997), Agosin et al. (1990), devido à inespecificidade e localização extracelular do sistema enzimático dos basidiomicetos causadores da podridão branca da madeira, esses organismos degradam celulose, hemicelulose e lignina como fonte energética. Por esse motivo, estão sendo utilizados para aumentar a digestibilidade de resíduos lignocelulósicos, num processo de bioconversão.

Schmidt (2002) afirmou que durante o crescimento e frutificação, os basidiomicetos causadores da podridão branca da madeira decompõe enzimaticamente o substrato, solubilizando carboidratos (celulose, hemicelulose), lignina, CO₂ e água do substrato para utiliza-los em seu metabolismo. O autor salientou que o valor nutritivo do composto após a produção do cogumelo não depende apenas do aumento da digestibilidade devido à remoção da lignina, mas também da fração de polissacarídeos restantes, que servirão como fonte energética para os ruminantes.

As pesquisas que utilizaram fungos causadores da podridão branca da madeira em resíduos lignocelulósicos foram feitas com palhadas de arroz, trigo e cevada, cultivados em países de clima temperado. Trabalhos utilizando a tecnologia de bioconversão em resíduos lignocelulósicos de origem tropical são escassos (Rolz et al., 1986), e devido às diferenças fisiológicas entre vegetais de clima temperado e tropical, possivelmente estes apresentarão resultados diferentes.

Nos países tropicais, os vegetais tendem a ter menor qualidade nutritiva devido às adaptações metabólicas associadas a longos períodos de alta luminosidade durante a fase de crescimento, proporcionando aumentos nas atividades enzimática e metabólica, aumentando a lignificação da parede celular e diminuindo a digestibilidade vegetal (Van Soest, 1994).

As espécies do gênero *Pleurotus* compõem um grupo de cogumelos dispersos em todo o mundo, freqüentemente encontrados nas matas brasileiras, são conhecidos como cogumelo ostra, hiratake ou cogumelo gigante. Apresentam grande agressividade, produtividade e adaptabilidade, sendo facilmente cultivados nos mais diversos tipos de substratos, como madeira, serragem, palhada de cereais, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de café (borra, casca, talos e folhas), folhagens de banana, caroço de algodão e polpa de soja (Farias, 1999). As espécies *Pleurotus sp. var. Florida*, *Pleurotus sajor-caju* e *Pleurotus ostreatus* são apontadas como mais apropriadas para cultivo em regiões subtropicais e tropicais.

O complexo enzimático produzido pelos cogumelos do gênero *Pleurotus* inclui, entre outras, as enzimas celulase, celobiase, hemicelulase, ligninase e lacase (Platt et al, 1981). Diversos autores sugeriram que substratos degradados por essas enzimas durante o processo de produção dos cogumelos podem ser mais facilmente digeridos pelos ruminantes.

Arora et al. citados por Schmidt (2002), afirmaram que o substrato obtido após a colheita dos cogumelos tem maior valor nutritivo e contém maior teor de PB, porém menor teor de fibra e extrato etéreo do que a palhada original, variando os valores de acordo com o basidiomiceto e os substratos utilizados.

Zandrazil (1977) relatou melhoria de 12 unidades percentuais na digestibilidade *in vitro* da palhada de trigo incubada com *Pleurotus sp. 'Florida'*. Adamovic et al. (1997), trabalhando com *Pleurotus ostreatus* em palhada de trigo, observaram que parte substancial da MS da palhada foi degradada pelas enzimas do cogumelo. Em trabalho semelhante com *Pleurotus sajor-caju* em palhadas de arroz e trigo, Bisaria et al. (1996) 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), indicando que o cogumelo foi eficiente em aumentar o valor nutritivo e a digestibilidade dos volumosos, permitindo sua posterior utilização como alimento.

Estudando o efeito da incubação de *Pleurotus ostreatus* no valor nutritivo do feno de braquiária, Schmidt (2002) concluiu que o fungo reduziu os teores de FDN, celulose e hemicelulose em 15,3 %, 13,8 % e 32,7 %, respectivamente, e aumentou o teor de PB do feno em 2,1 %.

Streeter et al. (1982), trabalhando com *Pleurotus ostreatus* em palhada de trigo, não observaram aumento na DIVMS quando o fungo foi inoculado e observaram aumento significativo na DIVMS quando o mesmo fungo foi inoculado associado à bactéria *Erwinia carotovora*.

Essa capacidade das espécies do gênero *Pleurotus* em degradar os componentes da parede celular somada ao fácil cultivo em condições de campo, à agressividade, produtividade e adaptabilidade desses organismos, foram fatores que orientaram a seleção do fungo a ser utilizado, no presente trabalho, para se obter a biodegradação do resíduo de lixadeira de algodão, visando seu posterior aproveitamento como alimento para ruminantes.

2.3.1.3 – Ensilagem com líquido ruminal

A degradação da celulose é o resultado da cadeia alimentar complexa entre as diferentes espécies de microrganismos que habitam o rúmen. Essa simbiose entre a população microbiana proporciona potencial enzimático variado que permite ao animal utilizar carboidratos estruturais como fonte energética.

A população microbiana ruminal é composta por bactérias, fungos e protozoários e há divergência entre autores quanto ao papel de cada um desses microrganismos na degradação da fração fibrosa dos alimentos. Há

pesquisadores que creditam às bactérias ruminais o papel de principal elemento degradador da fibra, mas há aqueles que creditam essa degradação também aos fungos.

Windham e Akin (1984) observaram que as bactérias ruminais são as principais responsáveis pela degradação da fibra de forragens e que os fungos não apresentaram atividade degradadora expressiva em tecidos lignificados ou não.

Na maioria dos sistemas ruminais, as bactérias aparecem como o grupo dominante na digestão de fibra, sendo *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus albus* e *R. flavefaciens* especialmente ativas na adesão e degradação da celulose porque possuem um conjunto de enzimas específicas para a degradação da fração fibra da forrageira (Akin e Benner, 1988).

Em revisão feita por Akin (1986), *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus albus* e *R. flavefaciens* foram as espécies fibrolíticas encontradas em maiores concentrações em diversos tipos de ruminantes domésticos.

A *Bacteroides succinogenes* tem grande capacidade de aderência e é capaz de atacar substratos resistentes; o *Ruminococcus albus* e o *R. flavefaciens* são importantes na formação de pequenos pontos de quebra nas fibras, sugerindo habilidade para adesão e degradação dos tecidos vegetais mais organizados (Stewart *et al.*, 1981).

Entretanto, Akin et al (1983) afirmaram que os fungos ruminais são mais capazes de degradar tecidos lignocelulósicos do que as bactérias; Akin (1986) cita que os fungos ruminais podem proporcionar melhoria na degradação de tecidos lignocelulósicos de forrageiras tropicais.

Bauchop (1981) observou tendência dos fungos ruminais colonizarem forrageiras fibrosas e de regiões tropicais. Observou também que essa população é reduzida quando os ruminantes se alimentam de forrageiras com baixo teor de fibra. Porém, apesar de Windham e Akin (1984) em trabalhos anteriores, terem

observado que dietas mais fibrosas propiciam maior população de fungos, estes deduziram que devem existir outros fatores além da quantidade de fibra que interferem no desenvolvimento da população fúngica ruminal.

Akin et al (1983) verificaram, *in vitro*, que na ausência de bactérias, fungos ruminais degradaram 62 % da MS da forragem ingerida. Concluíram que esses microrganismos possuem importante papel na degradação da fibra de forrageiras, incluindo tecidos lignificados, e contribuem para aumentar o consumo de forragens pelos ruminantes. Orpin (1981) relatou que fungos ruminais podem solubilizar até 16 % da lignina da fibra. Akin e Benner (1988), inibindo o crescimento bacteriano no líquido ruminal, concluíram que a atividade fúngica foi responsável por perda de aproximadamente 70 % de matéria orgânica. Windham e Akin (1984), citando Orpin, relataram que maior densidade do fungo ruminal celulolítico *Neocallimastix frontalis* resultou em menor digestibilidade da MS.

Identificar e conhecer os mecanismos pelos quais os microrganismos ruminais degradam a fração fibrosa do alimento, tornaria possível sua utilização na biodegradação de resíduos lignocelulósicos, objetivando tornar parte da parede celular destes resíduos disponível como alimento para ruminantes.

2.4 - Ensaio de degradabilidade

Ensaio de degradabilidade *in situ* permitem determinar a quantidade de amostras digerida e em que taxa essa digestão se realiza (Ruiz e Ruiz, 1990), sendo possível descrever as características da degradação de frações da parede celular e protéica dos alimentos pela incubação de alimentos em sacos de náilon no rúmen (Teixeira, 1997).

A degradação do componente nutritivo do alimento analisado é obtida através da expressão:

$$D = [(A-B)/A]*100 ,$$

Sendo:

D = desaparecimento ou degradabilidade do componente nutritivo;

A = porcentagem inicial do componente na amostra ;

B = porcentagem final do componente após a incubação da amostra.

A popularidade dessa técnica está ligada à execução rápida e fácil, à necessidade de pequena quantidade de amostra do alimento e à possibilidade do contato íntimo da amostra com o ambiente ruminal, apesar de não estar sujeita aos fatores como a mastigação, ruminação e passagem para o trato digestivo posterior. Os principais fatores inerentes à técnica, que ocasionam grandes variações na medida de degradabilidade, estão relacionados aos procedimentos no preparo do saco que contém a amostra (tipo de tecido, tamanho do poro, área superficial e lavagem dos sacos), ao preparo e manipulação da amostra (peso, tamanho da partícula e contaminação microbiana da amostra), ao animal (espécie e estado fisiológico) e à natureza da dieta (Uden e Van Soest, 1984; Nocek, 1985).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de junho de 2002 a janeiro de 2003, nos Departamentos de Biologia e Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, município de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

O município de Lavras, localizado no Sul do estado de Minas Gerais, possui altitude média de 918,84 m e seu clima é classificado como Cwb (Köppen), com precipitação média anual de 1493,2 mm e temperaturas médias mínima e máxima de 14,6^o C e de 36,0^o C, respectivamente (Vilela e Ramalho, 1980).

O material utilizado no experimento foi o resíduo de lixadeira proveniente da Companhia Industrial Jauense, Jaú – São Paulo.

Inicialmente realizou-se um pré-experimento para determinar a espécie de fungo causador da podridão branca da madeira que melhor se desenvolveria no resíduo de lixadeira do algodão, do qual resultou a opção pelo *Pleurotus sajor-caju*. Em seguida realizou-se ensaio de produção desse cogumelo em dois compostos diferentes (C1 e C2) e o ensaio de ensilagem com líquido ruminal por três períodos de fermentação (21, 28 e 35 dias).

Amostras do resíduo *in natura* e do material resultante dos cinco tratamentos foram submetidos ao ensaio de degradabilidade constituindo seis tratamentos: T₁ – resíduo têxtil do beneficiamento do algodão *in natura*; T₂ – resíduo têxtil do beneficiamento do algodão (composto 1) colonizado pelo fungo *Pleurotus sajor-caju* (C1); T₃ - resíduo têxtil do beneficiamento do algodão (composto 2) colonizado pelo fungo *Pleurotus sajor-caju* (C2); T₄ – resíduo têxtil do beneficiamento do algodão + líquido ruminal ensilado em silo de laboratório por 21 dias (E21); T₅ – resíduo têxtil do beneficiamento do algodão + líquido ruminal ensilado em silo de laboratório por 28 dias (E28); T₆ - resíduo

têxtil do beneficiamento do algodão + líquido ruminal ensilado em silo de laboratório por 35 dias (E35).

3.1 – A escolha da espécie *Pleurotus sajor-caju*

Realizou-se pré-experimento com o objetivo de verificar o poder de colonização e frutificação de diferentes espécies de cogumelos sobre o resíduo de lixadeira do algodão. Foram utilizados os cogumelos *Lentinula edodes*, *Agaricus blazei* (L1) e *Pleurotus sajor-caju*, espécies causadoras da podridão branca da madeira mantidas no laboratório de Microbiologia do Departamento de Biologia da UFLA.

Em câmara de fluxo laminar, os micélios das espécies escolhidas foram inoculados em placas de Petri (6 placas por espécie) contendo meio BDA, preparado segundo procedimentos adotados no Laboratório de Microbiologia. Após período de 10 dias em estufa de incubação BOD (Biological Oxygen Demand) a $25 \pm 2^\circ \text{C}$, as placas estavam completamente colonizadas.

Foi utilizada uma placa por espécie para repicagem e manutenção das colônias, enquanto as demais foram utilizadas como inoculantes.

A matéria-prima para a composição dos substratos neste ensaio foi o resíduo de lixadeira do algodão. Foi pesado 0,5 kg de resíduo seco, molhou-se o material e após drenagem do excesso de água, misturou-se a ele 0,05 kg de farelo de trigo ao resíduo. A mistura foi acondicionada em sacos de polipropileno fechados com fita crepe e foi esterilizados em autoclave a 121°C / $1,2 \text{ kgf/cm}^2$ por 1 hora, duas vezes, com intervalo de 1 dia entre as esterilizações, totalizando 10 sacos por espécie testada.

Após resfriamento, os sacos foram inoculados em câmara de fluxo laminar, novamente fechados com fita crepe e levados à sala de cultivo.

A completa colonização dos sacos que continham a espécie *Pleurotus sajor-caju* ocorreu em 27 dias. A espécie *Lentinula edodes* necessitou de um período maior para a colonização completa do substrato (49 dias) e houve perda devido à contaminação por outros microrganismos. A espécie *Agaricus blazei* (L1) não colonizou o substrato.

A partir dos resultados do pré-experimento e considerando que o gênero *Pleurotus* é comumente utilizado na bioconversão de resíduos lignocelulósicos (Zandrazil, 1977; Streeter et al., 1982; Adamovic et al., 1997; Bisaria et al., 1996 e Schmidt, 2002), escolheu-se a espécie *Pleurotus sajor-caju* como o organismo a ser inoculado no resíduo de lixadeira.

3.2 - Produção dos compostos e cultivo do *Pleurotus sajor-caju* (T₂ e T₃)

O material utilizado como inoculante foi arroz com casca (2 kg) submetido a fervura em água durante 30 minutos. Após a fervura e a drenagem do excesso de água, adicionou-se 0,2 kg de farelo de trigo e a mistura foi acondicionada em frascos de vidro, fechados com tampa de rosca perfurada contendo tampão de algodão para permitir a troca gasosa. Os frascos foram esterilizados em autoclave a 121° C/ 1,2 kgf/cm² por 1 hora.

Após resfriamento à temperatura ambiente os grãos contidos em cada frasco foram inoculados com meio BDA colonizado pelo micélio do fungo *Pleurotus sajor-caju* em câmara de fluxo laminar. O fungo foi mantido e multiplicado em placas de Petri com meio de cultura BDA, no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Biologia da UFLA.

Em seguida, os frascos colonizados foram incubados à temperatura ambiente (20– 25° C) durante aproximadamente 20 dias para a completa colonização da superfície dos grãos.

Seguindo a rotina adotada no Departamento de Biologia da UFLA, o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão foi submetido ao processo de compostagem como indicado na Tabela 2.

TABELA 2 – Ingredientes utilizados nos compostos C1 e C2, em percentagem.

Ingredientes (%)	Compostos	
	C1	C2
Resíduo do beneficiamento têxtil do algodão	86	66
Farelo de trigo	10	10
Palha de feijão	0	20
Gesso	2	2
Calcário	2	2
Total	100	100

O processo de compostagem teve início com a formação da meda, montada em caixa desmontável de madeira (105 x 110 x 89 cm). Os componentes dos compostos foram colocados em camadas, na caixa, alternando o resíduo do beneficiamento têxtil do algodão molhado com os demais ingredientes utilizados em cada composto. Após compactação do material, as laterais da caixa foram retiradas. Para garantir a aerobiose, o composto foi revirado a cada 2 dias.

Utilizou-se o período de compostagem de 10 dias, após o qual o material foi pasteurizado com vapor d'água por 24 horas, contadas a partir do momento em que a temperatura interna do composto atingiu 60° C. Após a pasteurização e o resfriamento do composto à temperatura ambiente (20 a 25° C), o material foi acondicionado em sacos de polietileno, formando blocos de 8 e 16 kg (C1) e 6 kg (C2).

O peso dos blocos foi definido de forma que os compostos apresentassem superfícies semelhantes para a frutificação do cogumelo, embora pesos diferentes. Os blocos de 16 kg foram os primeiros confeccionados e, por esse motivo, foram superdimensionados.

O material, em temperatura ambiente e ensacado, recebeu 2 % do peso úmido do bloco em inoculante, o qual foi colocado dentro do saco e misturado manualmente ao composto para proporcionar o maior número possível de pontos de crescimento e rápida colonização, reduzindo as chances de contaminação dos blocos. A completa colonização dos blocos ocorreu em 6 semanas para o composto 1 e 7 semanas para o composto 2, tendo os primeiros corpos de frutificação aparecido 4 dias após a abertura dos blocos.

O período de colheita teve duração de 43 e 24 dias, respectivamente para os compostos 1 e 2.

Após 82 dias (composto 1) e 69 dias (composto 2) da inoculação, cada bloco foi quebrado, homogeneizado, uma amostra foi retirada e levada para estufa de secagem com ventilação forçada a 65° C por 72 horas. Em seguida o material foi moído e armazenado para as demais análises.

3.3 - Processo de ensilagem com líquido ruminal (T₄, T₅ e T₆)

O líquido ruminal utilizado no experimento foi obtido de três vacas da raça Jersey, providas de fístula ruminal com peso vivo médio de 300 kg, não lactantes e não gestantes.

Realizou-se a coleta do líquido num único dia e os animais foram mantidos exclusivamente a pasto no período anterior à coleta. Os animais foram trazidos ao curral, imobilizados e o conteúdo ruminal retirado manualmente com auxílio de béquer. O líquido foi filtrado mediante pressão manual, utilizando-se peneira e duas camadas de gaze até completar o volume de 1L, obedecendo à

relação volume:peso 2:1 (L:kg). Em seguida o líquido foi aspergido sobre o resíduo de lixadeira e a mistura, acondicionada em sacos de lixo de 50 L.

Após misturar o resíduo ao líquido ruminal, o material foi ensilado em silos de laboratório de PVC, com 100 mm de diâmetro e 0,5 m de altura. Em cada um dos silos o material foi compactado até atingir a densidade de 1t/m^3 . Em seguida foram fechados hermeticamente com tampas de borracha com válvula para a saída de gases e/ou efluentes e anéis vedantes.

Após 21, 28 e 35 dias de fermentação, respectivamente, os três silos foram abertos e todo o material foi retirado, homogeneizado, levado para estufa de secagem com ventilação forçada a 65°C e, em seguida, moído e armazenado para as demais análises laboratoriais.

3.4 - Análises laboratoriais

No material seco e moído, antes e após a aplicação dos tratamentos, foram realizadas as análises de matéria seca; proteína bruta, pelo método semi-micro kjedahl, conforme Association of Official Agricultural Chemists – AOAC (1970); fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose, segundo a metodologia descrita por Silva (1990).

3.5 - Ensaio de degradabilidade (T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 e T_6)

Amostras dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram moídas, separadamente, em moinho de martelo, para obter tamanho de partícula de 2 mm, e após a moagem estas foram acondicionadas e identificadas.

Os sacos foram confeccionados em náilon de 120 fios, com porosidade aproximada de $50\ \mu$, nas dimensões de 6,0 x 8,0 cm, selados em máquina seladora a quente e colocados em estufa de ventilação forçada a $65^\circ\ \text{C}$ por 48

horas. Secos, foram colocados em dessecador e pesados. Após o enchimento, foram selados e postos novamente em estufa para se obter o peso das amostras. A quantidade de amostra obedeceu à relação de 25 mg/cm² de superfície proposta por Huntington e Givens (1995). Foram utilizados nove tempos de incubação: 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas.

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 486 sacos (6 tratamentos x 3 repetições x 9 tempos de incubação x 3 animais).

Após as 96 horas de incubação, as sacolas foram retiradas e abertas e os sacos de náilon, contendo o resíduo da amostra, imediatamente lavados 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 valores utilizados para os cálculos foram as médias por vaca.

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, Wasserman e Kutner, 1985) contido no pacote computacional SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) descrito por Euclides (1983), conforme a equação proposta por Orskov e Mc Donald (1979)

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

em que:

y = degradabilidade acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t;

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

b = potencial de degradação da fração insolúvel em líquido ruminal do componente nutritivo analisado;

a + b = degradabilidade potencial do componente nutritivo analisado, quando o tempo não é fator limitante;

c = taxa de degradação por ação fermentativa de b;

t = tempo de incubação;

e = base do logaritmo neperiano.

Uma vez calculados os coeficientes a, b e c, estes foram aplicados à equação proposta por Orskov e 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.

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

3.6 –Análises estatísticas

O efeito dos tratamentos sobre os componentes nutritivos do resíduo, bem como o efeito dos parâmetros da degradabilidade da MS e da FDN, foram submetidas à análise estatística.

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre os componentes nutritivos do resíduo, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições para o material ensilado e três para os compostos.

O modelo matemático que descreve o efeito dos tratamentos sobre os componentes nutritivos do resíduo é:

$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{(ij)},$$

em que:

y_{ij} = concentração do nutriente que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = constante associada a todas as observações;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6);

$e_{(ij)}$ = erro aleatório associado a cada observação que recebeu o tratamento i na repetição j ($j_{\text{silos}} = 1, 2, 3, 4$ ou $j_{\text{compostos}} = 1, 2$ e 3).

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a degradabilidade da MS e FDN do resíduo, também foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado.

O modelo matemático que descreve o efeito da degradabilidade na MS e no FDN é:

$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{(ij)},$$

em que:

y_{ij} = coeficiente de degradabilidade do nutriente que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = constante associada a todas as observações;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6);

$e_{(ij)}$ = erro aleatório associado a cada observação que recebeu o tratamento i na repetição j ($j_{\text{silos}} = 1, 2, 3, 4$ ou $j_{\text{compostos}} = 1, 2$ e 3).

As médias do efeito dos tratamentos e dos parâmetros da degradabilidade da MS e FDN do material foram comparadas pelo teste de Scott e Knott, contido no programa estatístico SAEG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Produção de *Pleurotus sajor-caju*

O cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* foi realizado por um período de 82 e 69 dias, respectivamente para os compostos 1 e 2. A produtividade e eficiência biológica dos substratos estão apresentadas na Tabela 3.

Tratamento	Produtividade (kg cogumelo/kg substrato)	EB* (%)
C1	5,58	55,76
C2	5.54	55,39

*EB = [kg cogumelo fresco/kg substrato (MS)] * 100

A produção total média dos tratamentos C1 e C2 foi 5,62 kg cogumelo fresco e 2,99 kg de cogumelo fresco, respectivamente; porém, analisando a produtividade (kg de cogumelo fresco/kg de substrato), observam-se valores muito semelhantes de 0,56 e 0, 55 kg/kg entre os substratos C1 e C2.

Embora não tenham sido encontrados, na literatura, dados de produção para *P. sajor-caju* cultivado em resíduo de lixadeira do algodão, foram encontradas produções em outros substratos lignocelulósicos. Rangunathan et al. (1996) relataram produção de *Pleurotus spp.* em fibra de coco. Rangunathan e Swaminathan (2003), trabalhando com *P. sajor-caju* por 35 dias, observaram produção de 0,414 kg/kg em restos de colheita do algodão, 0,368 kg/kg em

palhada de sorgo moída e 0,273 kg/kg em fibra de coco. Os autores concluíram que, devido à baixa produção, fibra de coco não é substrato adequado para produção dessa espécie de cogumelo. Sangwan e Saini, citados por Rangunathan e Swaminathan (2003), observaram produção de 0,655 kg/kg de *P. sajor-caju* em palhada de sorgo moída, e Kathe, et al também citados por Rangunathan e Swaminathan (2003), relataram produções de 0,655 kg/kg de *P. sajor-caju* em restos de colheita de algodão.

A eficiência biológica (EB) demonstra a adequação do substrato ao cultivo de determinada espécie de cogumelo; quanto maior EB maior a adequação do substrato à espécie. No presente experimento, observou-se EB de 55,76 e 55,39 % para C1 e C2, respectivamente.

Rangunathan et al. (2003), trabalhando com *P. sajor-caju* em diferentes substratos lignocelulósicos, relataram EB de 36,69 a 41,42 % para restos de colheita de algodão; 23,64 a 27,33 % fibra de coco e 32,17 a 36,84 % em palhada de sorgo moída. Rangunathan et al. (1996) relataram valores de EB de 35,94 % para *P. sajor-caju* em fibra de casca de coco. Pradeep Kumar et al., citados por Rangunathan et al. (2003), encontraram 90 % de EB para *P. sajor-caju* em arroz com casca.

Comparando os resultados de produção e EB obtidos na literatura observa-se que, dentre os resíduo lignocelulósicos, o resíduos de lixadeira do algodão na forma de C1 e C2, permitiu boa produção do *P. sajor-caju*, podendo ser utilizado como substrato comercial para tal espécie.

4.2 – Análise bromatológica

Como pode ser verificado nos dados da Tabela 4, a análise de variância detectou efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a composição química do resíduo tratado.

Tabela 4 Efeito dos tratamentos nos componentes nutritivos do resíduo de lixadeira, em base de matéria seca.

Tratamento	Fração (%)				
	MS	FDN	FDA	PB	Hemicelulose
<i>in natura</i>	96,50	95,24 ^a	91,16 ^a	0,87 ^d	4,08 ^a
E21	96,13	91,88 ^b	86,46 ^b	2,27 ^c	5,42 ^a
E28	93,95	90,75 ^c	85,98 ^b	2,85 ^b	4,77 ^a
E35	94,50	89,65 ^c	79,30 ^b	3,17 ^b	6,21 ^a
C1	95,97	81,06 ^d	76,85 ^c	2,28 ^c	4,20 ^a
C2	95,39	71,21 ^e	71,14 ^d	4,07 ^a	0,07 ^b
CV (%)	0,67	1,20	2,29	16,99	40,15

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

Com relação à matéria seca, não houve diferença entre os tratamentos e o testemunha; os valores obtidos nesse experimento estão próximos àqueles obtidos por Banyas et al. (1999).

Todos os tratamentos apresentaram diferenças com relação ao *in natura* quanto aos teores de FDN e FDA ($P > 0,05$). A redução da fração FDN dos tratamentos E28 e E35 foi superior à do E21; C1 apresentou redução de FDN superior a E28 e E35 e C2 apresentou redução superior à todos os tratamentos ($P < 0,05$). Em relação à redução da fração FDA, os tratamentos E21, E28 e E35 mostraram-se semelhantes e superiores ao testemunha; a redução de FDA de C1 foi superior aos tratamentos ensilados com líquido ruminal e C2 apresentou a maior redução no teor de FDA em relação aos demais tratamentos ($P < 0,05$).

Era esperada redução nos valores das frações FDN e FDA para todos os tratamentos, pois tanto os microrganismos ruminais quanto o fungo *P. sajor-caju* possuem capacidade enzimática para degradar componentes da parede celular.

Nos tratamentos ensilados com líquido ruminal, esperava-se que o tempo de fermentação estivesse diretamente relacionado à maior degradação da parede celular, pois alguns microrganismos ruminais utilizam carboidratos da parede celular como fonte energética para seu metabolismo. Assim à medida que aumentasse o tempo de fermentação, maior seria a degradação esperada das frações FDN e FDA do resíduo de lixadeira. O tratamento E21 apresentou redução no teor de FDN de 3,36 %, e embora os tratamentos E28 e E35 tenham apresentado maiores reduções nessa fração, esta mostrou-se semelhante entre os tempos 28 e 35 dias de ensilagem, 4,49 e 5,59 %, respectivamente. Em relação à FDA, os tratamentos E21, E28 e E35 não diferiram entre si, mas apresentaram redução dessa fração em relação ao tratamento testemunha, 4,7, 5,18 e 7,73 % respectivamente.

Em relação aos tratamentos C1 e C2, já foram relatadas reduções das frações FDN e FDA de diversos tipos de substratos lignocelulósicos colonizados por fungos do gênero *Pleurotus*. Sanches et al. (2002), avaliando *P. ostreatus* em palhada de trigo e em arroz com casca, por períodos de 30 dias ou mais, relataram declínio das frações fibrosas e aumento no teor de proteína bruta e cinza, conforme encontrado no presente experimento.

Adamovic et al. (1998) relataram redução no teor de FDN de 13,3 %, semelhantemente a C1 (14,18 %), em trabalho com palhada de trigo tratada com *P. ostreatus*. Porém, as reduções dos teores de FDA foram menores do que as observadas no presente experimento. Os mesmos autores verificaram perdas dos componentes da parede celular vegetal de 13,3 % do FDN, 6,7 % do FDA, 3,7 % da celulose e 27,0 % da hemicelulose nos 30 dias iniciais do experimento, e no

período total de 120 dias, verificaram perdas maiores: 34 % de FDN, 15 % de FDA, 15 % de celulose e 17 % de hemicelulose.

Redução de FDN similar (12,9 %) à do tratamento C1 foi observada por Schmidt (2002) em feno de braquiária inoculado com *P. ostreatus* por 35 dias; entretanto, C2 apresentou perdas maiores. Porém, em relação à fração FDA, o autor não observou redução significativa dessa fração, enquanto no presente experimento foram observadas perdas de 14,31 e 19,02 % de FDA, respectivamente para C1 e C2.

Trabalhando com feno de braquiária inoculado com *P. ostreatus* por 35 dias, Schmidt (2002) observou redução média nos teores de FDN do substrato de 15,3 %. Não houve redução nos teores de FDA. Sanchez et al. (2002), trabalhando com resíduos de viticultura, relataram reduções menores de FDN ao inocularem *P. ostreatus* (IE-8) num substrato misto de bagaço de uva e podas de videira (1:1). Houve redução de até 3,59 % do teor de FDN do substrato. Nesse mesmo estudo, utilizando *P. pulmonarius* e uma cepa CCMC H- 041 de *P. ostreatus*, não foi observada alteração nos teores de FDN do substrato. As perdas na fração FDA não foram mensuradas.

O gênero *Pleurotus sp.*, como outros fungos causadores da podridão branca da madeira, é eficiente em reduzir a fração fibra do substrato, mas a degradação dos componentes celulares dos resíduos lignocelulósicos depende da espécie utilizada e da disponibilidade da fração fibra do substrato original. Como o resíduo de lixadeira apresenta baixo teor de lignina (Tabela 1) e o período de fermentação dos compostos foi relativamente pequeno, provavelmente a fração fibra constituída de FDN e FDA foi degradada como fonte energética para o crescimento do fungo, proporcionando as maiores reduções dessas frações encontradas no experimento.

Quanto à proteína, todos os tratamentos mostraram maiores teores de PB do que o testemunha ($P < 0,05$), sendo os teores de PB de E21 e C1 semelhantes

e superiores ao testemunha, E28 e E35 semelhantes e superiores a E21 e C1 e C2 superior à todos os tratamentos.

Era esperado aumento no teor de PB do material tratado, já que em todos os tratamentos adicionou-se ao resíduo proteína microbiana na forma de bactérias e/ou fungos. A superioridade de C2 deve-se ao fato de, além da proteína fúngica, o composto ter sido confeccionado com palha de feijão, resíduo utilizado para confecção de substrato para cogumelos comestíveis devido a seu alto teor de nitrogênio.

Nos tratamentos ensilados com líquido ruminal esperava-se que o tempo de fermentação estivesse diretamente correlacionado com o aumento do teor de PB do resíduo de lixadeira, pois maior tempo de fermentação implicaria em maior crescimento microbiano. Provavelmente, a semelhança nos teores de PB de E28 e E35 é devida à baixa quantidade de nutrientes disponíveis no resíduo de lixadeira ou ao acúmulo de catabólitos do metabolismo celular, fatores limitantes ao crescimento microbiano.

Com relação aos tratamentos que receberam o fungo *P. sajor-caju*, Schmidt (2002) afirmou que fungos do gênero *Pleurotus* não incorporam nitrogênio atmosférico. Elevações verificadas no teor de PB do substrato após o tratamento são relativas e devidas à perda de outros nutrientes. Como não houve diferença significativa no teor de MS entre os tratamentos inoculados com o fungo e o testemunha, conclui-se que o aumento no teor de PB de C1 e C2 é relativo e decorrente da perda dos componentes fibrosos FDN e FDA ($P < 0,05$).

Rajarithna et al (1992) relataram que durante o crescimento do *Pleurotus sp.* em substratos de palhada de trigo, polpa cítrica e ramos de uva, a quantidade de nitrogênio nos substratos aumentou relativamente devido à perda de CO₂ na decomposição dos carboidratos. Bisaria et al (1996) observaram enriquecimento protéico da palha de trigo e arroz quando essas foram incubadas por 21 dias com *Pleurotus sajor-caju*. Os teores de PB foram de 2,8 % para

6,3 % e de 3,1 % para 7,5 % para as palhadas de trigo e arroz, respectivamente. Trabalho de Chahal e Hachey, citados por Sanches et al. (2002), com *P. sajor-caju* inoculado em talos de milho pelo período de 28 dias, também mostrou aumento da PB. Aumento de PB de 89 % foi relatado por Tripathi e Yadav (1992) utilizando palhada de trigo e *P. ostreatus* em 21 dias de incubação.

4.3.1 – Cinética ruminal da matéria seca

Os valores da fração solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial, degradabilidade efetiva e coeficiente de determinação (r^2) da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca do resíduo de lixadeira e respectivos coeficientes de determinação (r^2).

Tratamentos	Coeficientes			Degradabilidade (%)		r^2 (%)
	a (%)*	b (%)*	c (/h)	Potencial	Efetiva*	
<i>in natura</i>	8,04 ^b	90,00 ^a	0,03 ^b	98,04 ^a	43,87 ^b	95,63
E21	11,50 ^b	86,67 ^a	0,04 ^b	98,04 ^a	48,06 ^b	97,42
E28	14,29 ^b	83,33 ^a	0,03 ^b	97,63 ^a	47,51 ^b	93,43
E35	15,84 ^b	81,67 ^a	0,04 ^b	97,51 ^a	53,62 ^a	97,06
C1	21,02 ^a	75,62 ^b	0,06 ^a	96,64 ^a	60,55 ^a	95,31
C2	21,63 ^a	69,70 ^b	0,05 ^a	91,33 ^b	56,05 ^a	94,66
CV (%)	25,33	5,38	20,89	1,65	7,55	1,27

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

Observa-se que as frações solúveis (a) dos tratamentos C1 e C2 foram superiores aos demais e ao resíduo *in natura*, apesar de não diferirem entre si, indicando maior disponibilidade de tais compostos à degradação ruminal em relação aos demais tratamentos e ao resíduo *in natura*. Os valores da fração “a” do resíduo *in natura* e dos tratamentos inoculados com líquido ruminal se assemelharam aos apresentados por Banys et al. (1998), que encontraram valores de 13,4 %, e discordaram de Almeida (2001), que relatou valor de 0,007 %. Pequenas variações podem ser atribuídas a diferenças na composição do alimento. Porém, grandes diferenças podem estar relacionadas a outras fontes de variação como perda de partículas junto com a fração solúvel durante a lavagem dos sacos (Nocek, 1988).

Com relação à fração insolúvel potencialmente degradável (b), os tratamentos C1 e C2 mostraram redução percentual de 14,3 % e 20,3 % da fração “b” em relação aos demais tratamentos e ao resíduo *in natura*. Os tratamentos E21, E28 e E35 mostraram-se numericamente superiores ao resíduo não tratado, apesar não diferirem estatisticamente deste.

Os tratamentos C1 e C2 foram estatisticamente semelhantes quanto à taxa de degradação da fração b, mostrando-se superiores ao resíduo *in natura* e aos tratamentos ensilados com líquido ruminal.

Como os tratamentos C1 e C2 apresentaram alterações significativas nas frações solúvel (a), na fração insolúvel potencialmente degradável (b) e na taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável (c), apresentaram também maior degradabilidade efetiva. Essa alteração na degradabilidade efetiva de C1 e C2 provavelmente está associada à alteração na composição bromatológica desses tratamentos (Tabela 4), que mostraram reduções significativas dos teores de FDN de 14,18 % e 24,03 % e de FDA de 14,31 e 21,02 % para C1 e C2, respectivamente.

Na literatura consultada não foram encontrados experimentos de degradabilidade *in situ* utilizando substrato da produção de cogumelos, mas apenas experimentos de digestibilidade *in vitro* desses materiais.

Os dados encontrados estão de acordo com relatos de Bisaria et al (1997) que observaram aumento na DIVMS de palhadas de arroz e trigo inoculadas com *P.sajor-caju* por 20 dias. Os tratamentos foram efetivos em elevar a DIVMS dos materiais de 19,7 para 29,8 % e de 27,2 para 36,8 % para as palhadas de arroz e trigo, respectivamente. Essa melhor DIVMS pela alteração da composição bromatológica da palhada tratada com o fungo reduziu os teores de celulose, hemicelulose e lignina e aumentou a PB.

Moysen e Verachtert (1991) também verificaram resultados semelhantes. Trabalhando com *P. sajor-caju* em palhada de trigo após 12 semanas de incubação, observaram redução no teor de lignina do material de 12,6 % para 5,6 % e na DIVMS de 29,8 % para 59,2 %; justificaram essa melhora na DIVMS afirmando que a digestibilidade do substrato está relacionada ao conteúdo de lignina do material.

Reade e McQueen (1983) trabalhando com outras espécies de fungos causadores da podridão branca da madeira (*Polyporus anceps*, *P. versicolor*, *Fomitopsis ulmarius* e *Phanerochaete chrysosporium*) sobre “palo podrido” verificaram que o *P. anceps* foi o organismo mais eficiente em melhorar a digestibilidade do material, que atingiu 72 % em 8 semanas. Jalc et al. (1994) obtiveram DIVMS de 53,5 % para palhada de trigo tratada com fungo *Polyporus ciliatus* e 47,3 % para a mesma palhada sem fungo. O mecanismo de melhora da DIVMS desse organismo foi semelhante ao das espécies *Pleurotus*, ou seja, o fungo reduziu o conteúdo de lignina, celulose e hemicelulose dos substratos, aumentando DIVMS. Karunanandaa et al. (1992), trabalhando com *Phanerochaete chrysosporium* em palhada de arroz, observaram resultados contrários aos relatados por Reade e McQueen (1983) e Jalc et al. (1994).

Verificaram que apesar de o *P. chrysosporium* degradar a lignina do substrato, não ocorreu melhoria da DIVMS porque os resíduos da decomposição da lignina como os compostos fenólicos de baixo peso molecular são tóxicos aos microrganismos ruminais.

As curvas de degradabilidade estimada da matéria seca para os tratamentos, nos diversos tempos de incubação, estão apresentadas na Figura 2.

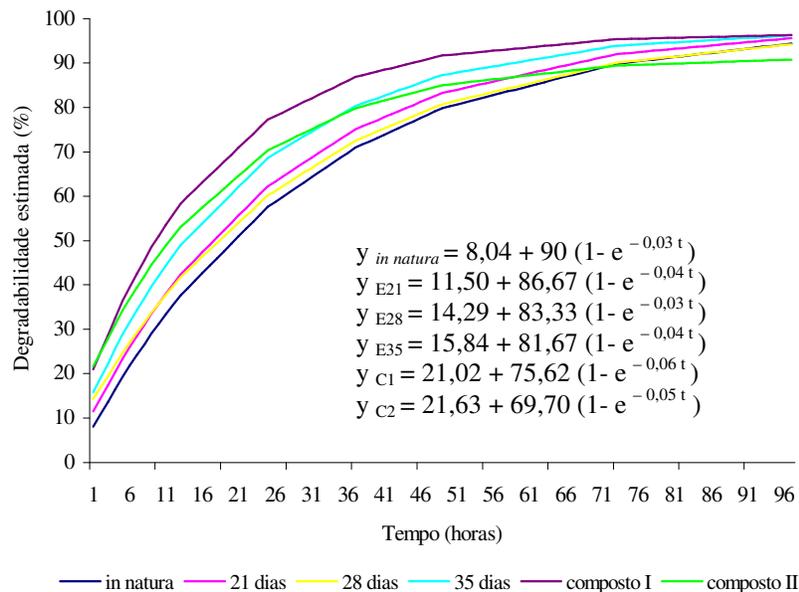


Figura 2 Curvas de degradação da matéria seca do resíduo de lixadeira, por tratamentos, em função dos tempos de incubação.

Observa-se que com o aumento dos tempos de incubação, as porcentagens de desaparecimento da MS do resíduo aumentaram efetivamente

até as 72 horas, caracterizando o resíduo de lixadeira como alimento volumoso de baixa qualidade.

Embora todos os tratamentos tenham se apresentado graficamente superiores ao *in natura* até 70 horas de incubação, no intervalo entre 24 e 48 horas de incubação, período no qual o alimento realmente é aproveitado pelo ruminante, apresentaram maior degradabilidade estimada os tratamentos C1 seguidos pelos tratamentos E35 e C2, que se mostraram muito semelhantes.

Utilizou-se 96 horas como o tempo máximo de incubação para estimar a degradabilidade potencial e através dos dados calculados, os tratamentos atingiram, às 96 horas, 96,2 % (testemunha), 97,5 % (E21), 96,5 % (E28), 98,6 % (E35), 99,6 % (C1) e 99,3 % (C2) da degradabilidade potencial calculada. Às 96 horas, a curva do tratamento C2 mostrou um declive acentuado em relação às demais, devido à menor degradabilidade potencial ($P < 0,05$).

Porém, a MS efetivamente degradada dos tratamentos C1, C2 e E35 foi atingida, aproximadamente após 15 horas de incubação, sendo, respectivamente, 63,07%, 57,40 % e 53,86 % de degradabilidade estimada.

4.3.2 – Cinética ruminal da FDN

Os valores da fração solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial, degradabilidade efetiva e do coeficiente de determinação (r^2) da FDN do resíduo de lixadeira, submetido a diferentes tratamentos biológicos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva da fibra detergente neutro do resíduo de lixadeira e respectivos coeficientes de determinação (r^2).

Tratamentos	Coeficientes			Degradabilidade (%)		r^2 (%)
	a (%)*	b (%)*	c (/h)	Potencial	Efetiva*	
<i>in natura</i>	8,31 ^c	90,00 ^a	0,03	98,31	44,15 ^d	95,52
E21	19,09 ^b	78,33 ^b	0,04	97,42	52,17 ^c	96,70
E28	22,93 ^b	75,00 ^b	0,03	97,93	52,91 ^c	92,81
E35	26,03 ^b	72,24 ^b	0,04	98,27	58,05 ^b	96,36
C1	37,07 ^a	62,02 ^c	0,05	98,31	65,42 ^a	95,87
C2	40,35 ^a	56,42 ^c	0,04	96,77	67,83 ^a	96,53
CV (%)	16,62	7,31	18,18	1,40	5,04	2,31

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

Quanto ao desaparecimento da FDN, observa-se que houve efeito significativo entre os tratamentos para algumas variáveis analisadas (Tabela 6).

Houve semelhança entre os tratamentos inoculados com líquido ruminal (E21, E28 e E35) e os inoculados com fungo *P. sajor-caju* (C1 e C2); os grupos apresentaram aumentos e reduções semelhantes nos valores das frações solúveis (a) e nas frações insolúveis potencialmente degradáveis (b), respectivamente.

Os tratamentos C1 e C2 obtiveram maiores valores de “a” e, conseqüentemente, menores valores de “b” em relação aos tratamentos inoculados com líquido ruminal e com o resíduo *in natura* ($P < 0,05$). Os tratamentos E21, E28 e E35 também se mostraram eficientes em aumentar a fração “a” e reduzir a fração “b” ($P < 0,05$), porém se mostraram inferiores a C1

e C2. Possivelmente, tais alterações são resultado do metabolismo dos microrganismos ruminais e do fungo *P. sajor-caju*, ambos capazes de solubilizar parte dos componentes da parede celular do resíduo de lixadeira do algodão, sendo o metabolismo do *P. sajor-caju*, mais eficiente nessa solubilização do que o dos microrganismos ruminais. Embora não tenham diferido significativamente dos outros tratamentos, houve tendência de os tratamentos E35, C1 e C2 apresentarem maior taxa de degradação da fração b (c). Os maiores valores de degradabilidade efetiva da FDN foram encontrados para os tratamentos C2 e C1, significativamente superiores aos demais, refletindo o aumento da fração solúvel, a redução da fração insolúvel potencialmente degradável e o aumento, ainda que não significativo ($P > 0,05$), da taxa de degradação da fração b.

As curvas de degradabilidade estimada da FDN para os tratamentos, nos diversos tempos de incubação, estão apresentadas na Figura 3.

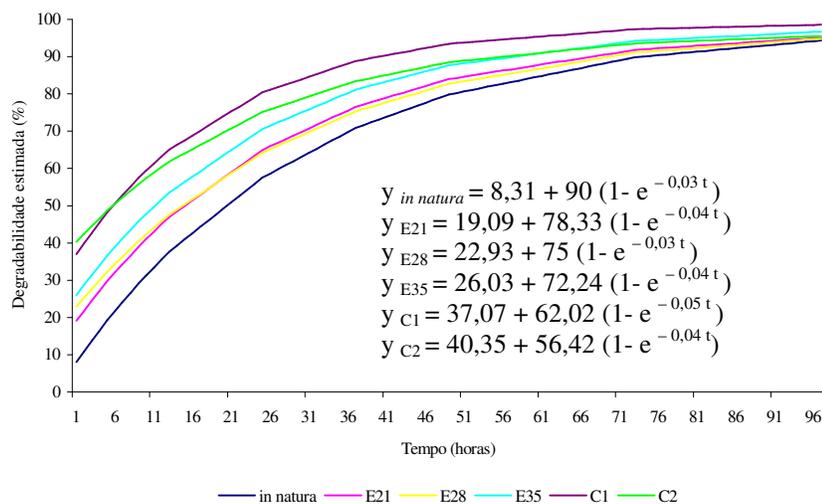


Figura 3 Curvas de degradação da fibra detergente neutro do resíduo de lixadeira, por tratamentos, em função dos tempos de incubação.

Observa-se que com o aumento dos tempos de incubação, as porcentagens de desaparecimento da FDN do resíduo aumentaram efetivamente até as 48 horas. Após esse período, os valores de degradabilidade estimados mantiveram-se quase constantes até 96 horas, tendendo a estabilidade.

Todos os tratamentos apresentaram melhor curva de degradabilidade estimada em relação ao testemunha, sendo os tratamentos C1, C2 e E35 gráfica e numericamente superiores aos demais. A FDN efetivamente degradada dos tratamentos C1, C2 e E35 foi atingida aproximadamente após 15 horas de incubação, sendo, respectivamente, 68,89 %, 65,18 % e 57,83 % de degradabilidade estimada.

Utilizou-se 96 horas como o tempo máximo de incubação para estimar a degradabilidade potencial e através dos dados calculados, os tratamentos atingiram às 96 horas 95,98 % (testemunha), 97,63 % (E21), 96,86 % (E28), 98,42 % (E35), 100,27 % (C1) e 98,75 % (C2) da degradabilidade potencial calculada.

5 – CONCLUSÕES

Concluiu-se que:

O resíduo de lixadeira de algodão, na forma de C1 e C2, possibilitou produção de 5,58 e 5,54 kg *Pleurotus sajor-caju* por kg de substrato, respectivamente, podendo ser recomendado como substrato comercial para essa espécie de cogumelo comestível.

Os tratamentos que utilizaram bioconversão com líquido ruminal (E21, E28 e E35) e com fungo *Pleurotus sajor-caju* (C1 e C2) foram eficientes em aumentar o valor nutricional do resíduo de lixadeira de algodão, alterando sua composição bromatológica e a degradabilidade das frações MS e FDN, sendo uma alternativa para agregar valor nutricional ao resíduo de lixadeira, tornando possível sua utilização na alimentação de ruminantes.

Os tratamentos C1 e C2 mostraram-se mais eficientes do que os E21, E28 e E35 na melhora da composição bromatológica e degradabilidade das frações MS e FDN do resíduo de lixadeira do algodão.

A inclusão de palha de feijão em C2 proporcionou maior redução nas frações FDN, FDA e maior aumento no teor de PB do resíduo de lixadeira de algodão.

6 – SUGESTÕES

Sugere-se:

Testar outras composições de substrato para o cultivo de cogumelo *Pleurotus sajor-caju* utilizando o resíduo de lixadeira do algodão.

Realizar estudos complementares utilizando os tratamentos E21, E28, E35, C1 e C2 para avaliá-los quanto à palatabilidade, ao consumo e ao ganho de peso de animais alimentados com esses materiais.

Calcular o custo/viabilidade processo de biotransformação do resíduo de lixadeira de algodão usando como substrato para cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* e calcular o custo/viabilidade do processo de ensilagem do resíduos de lixadeira do algodão com líquido ruminal.

Fazer o acompanhamento da qualidade bromatológica dos substratos durante o período de crescimento e frutificação do cogumelo para determinar, com exatidão, quando se dão as alterações nas frações fibrosa e protéica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGOSIN, E.; BLANCHETTE, R. A.; SILVA, H.; LAPIERRE, C.; CEASE, K.; IBACH, R. E.; ABAD, A. R.; MUGA, P. Characterization of palo podrido, a natural process of delignification in wood. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 56, n. 1, p. 65-74, Jan. 1990.

AGOSIN, E.; MONTIES, B.; ODIER, E. Structural changes in wheat straw components during decay by lignin degrading white rot fungi in relation to improvement of digestibility for ruminants. **Journal Science of Food and Agriculture**, London, v. 36, n. 10, p. 925-935, Oct. 1985.

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

AKIN, D. E. Interaction of ruminal bacteria and fungi with southern forages. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 63, n. 3, p. 962-977, Sept. 1986.

AKIN, D. E.; BENNER R. Degradation of polysaccharides and lignin by ruminal bacteria and fungi. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, n. 5, p. 1117-1125, May 1988.

AKIN, D. E.; GORDON, G. L. R.; HOGAN, J. P. Rumen bacterial and fungal degradation of *Digitaria pentzii* grown with or without sulfur. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 46, n. 3, p. 738-748, Sept. 1983.

ALMEIDA, O. C. de. **Caracterização e cinética ruminal de resíduos têxtil da fibra de algodão submetido a diferentes tratamentos**. 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington, 1970. 1094 p.

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. CD-ROM.

BAUCHOP, T. The anaerobic fungi of cattle and sheep. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 38, n. 1, p. 148-158, 1979.

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.

BERGER, L. L.; FAHEY, G. C.; BOURQUIN, L. D. et al. Modifications of forage after harvest. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p. 922-966.

BISARIA, R.; MADAN, M.; VASUDEVAN, P. Utilisation of agro residues as animal feed through bioconversion. **Bioresource Technology**, Oxford, v 59, n. 1, p. 5-8, Jan. 1996.

BOSE, M. L.; MARTINS FILHO, J. G. O papel dos resíduos agro industriais na alimentação dos ruminantes. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119 p. 3-7, nov. 1984.

BUSWELL, J. A.; CAI, Y. J.; CHANG, S. T.; PEBERDY, J. F.; FU, S. Y.; YU, H. S. Lignocellulolytic enzyme profiles of edible mushroom fungi. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, London, v. 12, n. 5, p. 537-542, Sept. 1996.

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.

CONNER, M. C.; RICHARDSON, C. R. Utilization of cotton plant residues by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, n. 4, p. 1131-1138, Oct. 1987.

D' ARCE, D. R.; BOINC.; MATTOS, W. R. S. Utilização de resíduos agro industriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. Piracicaba: FEALQ, 1985. 71 p.

DIAS, E. S.; GONTIJO, C. R. L. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. Lavras: UFLA, 2000. 34 p. (Boletim de Extensão, n. 52_).

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.

EUCLYDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 1983. 59 p.

FARIAS, J. E. **Produção de cogumelos**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 135 p.

GUILMO, S. M. P. **Seleção de fungos causadores da podridão branca para a biopolpação**. 1994. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. The in situ technique for standing the ruminal degradation of feeds: A review of the procedure. **Nutrition Abstracts and Reviews, Serie B**, Wallington, v. 65, n. 2, p. 63-90, Feb. 1995.

LEHNINGER, A L. **Biochemistry: the molecular basis of cell structure and function**. New York, 1985. 833 p.

JALC, D.; ZITNAM, R.; NERUD F. Effects of fungus treated straw on ruminal fermentation in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 46, n. 1/2, p. 131-141, Mar. 1994.

KARUNANANDAA, K.; FALES, S. L.; VARGA, G. A.; ROYSE, D. J. Chemical composition and biodegradability of crops residues colonized by white rot fungi. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 60, n. 1, p. 105-112, Sept. 1992.

MARQUES NETO, J.; FERREIRA, J. J. Tratamento de restos de cultura para alimentação dos ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 38-42, nov. 1984.

MOYSON, E.; VERACHTERT, H. Growth of higher fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 36, n. 3, p. 421-424, Dec. 1991.

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. 68, 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.

ORPIN, C. G. Isolation of cellulolytic phycomycete fungi from the caecum of the horse. **Journal of General Microbiology**, Madison, v. 123, n. 2, p. 287-296, Apr. 1981.

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

PLATT, M. W.; HADAR, Y.; HENIS, Y.; CHET, I. Lignocellulose degradation of during growth of the *Pleurotus* sp. 'Florida' on cotton straw. **European Journal Applied Microbiology Biotechnology**, Rehovot, v. 13, p. 194-201, 1981.

POORE, M. H. Whole cottonseed and cotton textile mill waste in sorghum silage-based diets for developing heifers. Disponível em: <http://www.cals.ncsu.edu/ansci/ann_reo94/mhpoo46.html>. Acesso em:

RAGUNATHAN, R.; GURUSAMY, R.; PALANISWAMY, M.; SWAMINATHAN, K. Cultivation of *Pleurotus spp.* on various agro-residues. **Food Chemistry**, Oxford, v. 55, n. 2, p. 139-144, 1996.

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.

RAJARATHNAN, S.; SHASHIREKA, M. N.; BANO, Z. Biopotentialities of the basidiomycetes. **Advances in Applied Microbiology**, New York, v. 37, p. 233-361, 1992.

READE, A. E.; McQUEEN, R. E. Investigation of white rot fungi for the conversion of poplar into a potential feedstuff for ruminants. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 29, n. 4, p. 475-463, 1983.

ROLZ, C.; LEON, R.; ARRIOLA, M. C.; CABRERA, S. de. Biodelignification of lemon grass and citronella bagasse by white rot fungi. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 52, n. 4, p. 607-611, Oct. 1986.

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais. . . Maringá**, 2001. p. 40-63.

ROYSE, D. J. Recycling of spent shiitake substrate for production of the oyster mushroom *Pleurotus sajor-caju*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 38, n. 2, p. 179-82, Nov. 1992.

RUIZ, M. E.; RUIZ, A. **Nutricion de ruminantes: guia metodologica de investigacion**. San Jose: IICA/RISPAL, 1990. 344 p.

SANCHES, A.; YSUNZA, F.; BELTRAN-GARCIA, M.; ESQUEDA, M. Biodegradation of viticulture wastes by *Pleurotus*: a source of microbial and human food and its potential use in animal feeding. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 9, p. 2537-2542, Apr. 2002.

SCHMIDT, P. **Efeito da incubação com uréia ou inoculação com *Pleurotus ostreatus* no valor nutritivo do feno de braquiária**. 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, SP.

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

STEWART, C. S.; PANIAGUA, D.; DINSDALE, CHENG, K. J.; GARROW, S. H. Selective isolation and characteristics of *Bacteroides succinogenes* from the rumen of a cow. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 41, n. 2, p. 504, 1981.

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. **Utilização da folha da bananeira como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (*Pleurotus spp.*)**. 1994. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba, SP.

TEIXEIRA, J. C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais. . .** Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p. 7-28.

TRIPATHI, J. P.; YADAV, J. S. Optimization of solid state fermentation of wheat straw into animal feed by *Pleurotus ostreatus*: a pilot effort. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 37, n. 1/2, p. 59-72, May 1992.

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. Ithaca: Cornell University Press 1994. 476 p.

VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise da temperatura e precipitação pluviométrica de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 46-55, jan. /jun. 1980.

WINDHAM, W. R.; AKIN, D. E. Rumen fungi and forage fiber degradation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 48, n. 3, p. 473-476, Sept. 1984.

WOOD, D. A.; SMITH, J. F. The cultivation of mushrooms. In: NORRIS, J. R.; PETTIPHER, G. L. (Ed.). **Essay in agricultural and food microbiology**. New York: Jonh Wiley & Sons, 1987. p. 309-343.

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

ANEXOS

Anexo		Página
Tabela 1	Análise de variância da fração solúvel (a) da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	51
Tabela 2	Análise de variância da fração insolúvel potencialmente degradável (b) da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	51
Tabela 3	Análise de variância da taxa de degradação da fração b da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	51
Tabela 4	Análise de variância da degradabilidade potencial da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	52
Tabela 5	Análise de variância da degradabilidade efetiva da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	52
Tabela 6	Análise de variância da fração solúvel (a) da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos	52
Tabela 7	Análise de variância da fração insolúvel potencialmente degradável (b) da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	53
Tabela 8	Análise de variância da taxa de degradação (c) da fração b da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos	53

Tabela 9	Análise de variância da degradabilidade potencial da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos	53
Tabela 10	Análise de variância da degradabilidade efetiva da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	54
Tabela 11	Valores médios da degradabilidade estimada da matéria seca para cada tempo de incubação do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	54
Tabela 12	Valores médios da degradabilidade estimada da fibra em detergente neutro para cada tempo de incubação do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.	55
Tabela 13	Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de MS do resíduo de lixadeira.	55
Tabela 14	Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de PB do resíduo de lixadeira.	55
Tabela 15	Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de FDN do resíduo de lixadeira.	56
Tabela 16	Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de FDA do resíduo de lixadeira.	56
Tabela 17	Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual da hemicelulose do resíduo de lixadeira.	56

Tabela 1 Análise de variância da fração solúvel (a) da matéria seca. do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	423,8896	84,7779	5,579	0,00695 **
Resíduo	12	182,3489	15,1957		
Total	17	606,2384			
CV	25,33 %				

Tabela 2 Análise de variância da fração insolúvel potencialmente degradável (b) da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	826,5274	165,3055	8,660	0,0112 **
Resíduo	12	229,0508	19,0876		
Total	17	1055,5782			
CV	5,38 %				

Tabela 3 Análise de variância da taxa de degradação da fração b da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	0,01378	0,002755	3,543	0,0337*
Resíduo	12	0,00933	0,00077		
Total	17	0,0023			
CV	20,89 %				

Tabela 4 Análise de variância da degradabilidade potencial da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	102,3921	20,4784	8,101	0,00151**
Resíduo	12	30,3349	2,5279		
Total	17	137,7269			
CV	1,65 %				

Tabela 5 Análise de variância da degradabilidade efetiva da matéria seca do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	578,9545	115,7909	7,624	0,00196**
Resíduo	12	182,2489	15,1874		
Total	17	761,2950			
CV	7,55 %				

Tabela 6 Análise de variância da fração solúvel (a) da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	2092,398	418,4797	23,077	0,00000**
Resíduo	12	217,6084	18,1340		
Total	17	2310,0064			
CV	16,62 %				

Tabela 7 Análise de variância da fração insolúvel potencialmente degradável (b) da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	2144,170	428,8340	15,345	0,0007**
Resíduo	12	335,3564	27,9464		
Total	17	2479,5264			
CV	7,31 %				

Tabela 8 Análise de variância da taxa de degradação (c) da fração b da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	0,00578	0,001156	2,311	0,1089 ns
Resíduo	12	0,00600	0,00050		
Total	17	0,0023			
CV	18,18 %				

Tabela 9 Análise de variância da degradabilidade potencial da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	9,59155	1,9183	1,025	0,44557 ns
Resíduo	12	22,4571	1,8714		
Total	17	32,0487			
CV	1,40 %				

Tabela 10 Análise de variância da degradabilidade efetiva da FDN do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Varição	GL	SQ	QM	F	Prob.
Trat	5	1182,703	236,5407	28,901	0,00000**
Resíduo	12	98,2146	8,1845		
Total	17	1280,9176			
CV	5,04 %				

Tabela 11 Valores médios da degradabilidade estimada da matéria seca para cada tempo de incubação do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Tratamentos	DEMS (%)								
	0	4	8	12	24	36	48	72	96
<i>In natura</i>	8,04	19,26	29,08	37,68	57,56	70,90	79,84	89,85	94,36
Ensilado 21 d	11,50	23,34	33,55	42,38	62,25	75,05	83,28	92,00	95,61
Ensilado 28 d	14,29	24,69	33,78	41,74	60,15	72,50	80,78	90,05	94,22
Ensilado 35 d	15,84	28,83	39,75	48,93	68,61	80,32	87,29	93,89	96,23
Composto 1	21,02	36,37	48,60	58,35	77,25	86,82	91,67	95,36	96,31
Composto 2	21,63	34,27	44,61	53,08	70,34	79,81	85,01	89,43	90,76

Tabela 12 Valores médios da degradabilidade estimada da fibra em detergente neutro para cada tempo de incubação do resíduo de lixadeira submetido a diferentes tratamentos biológicos.

Tratamentos	DEFDN (%)								
	0	4	8	12	24	36	48	72	96
<i>In natura</i>	8,04	19,26	29,08	37,68	57,56	70,90	79,84	89,85	94,36
Ensilado 21 d	19,09	29,79	39,02	46,99	64,96	76,52	83,97	91,85	95,11
Ensilado 28 d	22,93	32,28	40,47	47,64	64,20	75,31	82,76	91,11	94,86
Ensilado 35 d	26,03	36,71	45,81	53,57	70,61	81,16	87,68	94,22	96,72
Composto 1	37,07	48,31	57,51	65,05	80,41	88,83	93,46	97,39	98,58
Composto 2	40,35	48,70	55,80	61,86	75,17	83,40	88,50	93,60	95,56

Tabela 13 Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de MS do resíduo de lixadeira.

Varição	GL	SQ	QM	F	Prob.
Tratamentos	5	18,1186	3,6237	8,847	0,00035**
Resíduo	16	6,5535	0,4096		
Total	21	24,6721			
CV	0,67 %				

Tabela 14 Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de PB do resíduo de lixadeira.

Varição	GL	SQ	QM	F	Prob.
Tratamentos	5	21,6518	4,3304	22,850	0,00000**
Resíduo	16	3,0322	0,1895		
Total	21	24,6840			
CV	16,99 %				

Tabela 15 Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de FDN do resíduo de lixadeira.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Tratamentos	5	1297,878	259,5756	235,705	0,00000**
Resíduo	16	17,6204	1,1013		
Total	21	1315,4984			
CV	1,20 %				

Tabela 16 Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual de FDA do resíduo de lixadeira.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Tratamentos	5	813,6146	162,7229	44,459	0,00000**
Resíduo	16	58,5614	3,6601		
Total	21	872,176			
CV	2,29 %				

Tabela 17 Análise de variância do efeito dos tratamentos no percentual da hemicelulose do resíduo de lixadeira.

Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.
Tratamentos	5	44.7280	8,9456	2,747	0,0562 ns
Resíduo	16	52.1081	3,2568		
Total	21	96,8361			
CV	40,15 %				