

**DAWSON JOSÉ GUIMARÃES FARIA**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E PRODUÇÃO DE  
EFLUENTE DE SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM CASCA  
DE CAFÉ**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F224c  
2005

Faria, Dawson José Guimarães, 1978-

Composição químico-bromatológica e produção de  
efluente de silagem de capim-elefante com casca de café /  
Dawson José Guimarães Faria. - Viçosa : UFV, 2004.  
xii, 60f. : il. ; 29cm.

Orientador: Rasmão Garcia  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Inclui bibliografias

1. Silagem - Composição. 2. Águas residuais - Análise.  
3. Capim-elefante - Silagem. 4. Casca-de-café - Silagem.  
5. Nutrição animal. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

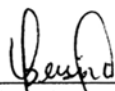
CDD 22.ed. 636.08552

**DAWSON JOSÉ GUIMARÃES FARIA**

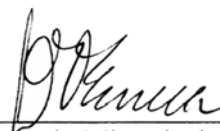
**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E PRODUÇÃO DE  
EFLUENTE DE SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM CASCA  
DE CAFÉ**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

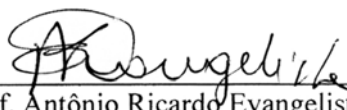
Aprovada: 22 de fevereiro de 2005.



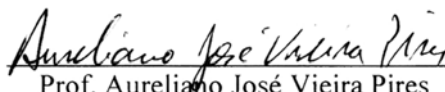
Prof. Odilon Gomes Pereira  
(Conselheiro)



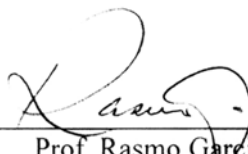
Prof. Dilermando Miranda da Fonseca  
(Conselheiro)



Prof. Antônio Ricardo Evangelista



Prof. Aureliano José Vieira Pires



Prof. Rasmão Garcia  
(Orientador)

Aos meus pais, José Ricardo e Maria Imaculada,  
pelo apoio constante, carinho e confiança

e ao amigo Diogo,  
pela convivência harmoniosa e amizade

Dedico

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo concedida durante o Curso de Mestrado.

Ao professor Rasmão Garcia, pela orientação e confiança na realização deste trabalho.

Aos professores Odilon Gomes Pereira e Dilermando Miranda da Fonseca pelas valiosas sugestões e colaboração.

Meus pais José Ricardo e Maria Imaculada, irmãs Marísia e Geniana e cunhado Ricardo e sobrinho Nicolas, pelo amor e confiança.

Ao meu amigo Diogo Santos Campos, pela amizade, companheirismo e convivência.

Aos novos, mas tão queridos amigos, Daniel, Janaina e Miguel pelo incentivo.

Aos amigos, Zanine, Denise, Nilson, Edson, Claudson e Gervásio.

Ao amigo Renius pela ajuda nas análises laboratoriais e Alexandre pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos colegas Fernando Bernardino, Fernanda e Kátia, pelos conselhos e dicas.

Aos bolsistas, Rafael, Beatriz e João Paulo, pela colaboração na condução do experimento e análises laboratoriais.

Ao professor Eduardo de Sá Mendonça e ao Brás, do Departamento de Solos, pelo apoio nas análises do efluente.

Aos funcionários dos Laboratórios de Nutrição Animal e de Forragicultura.

Agradeço ainda a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

DAWSON JOSÉ GUIMARÃES FARIA, filho de José Ricardo de Faria e Maria Imaculada Guimarães Alves Faria, nasceu em Bom Sucesso, Minas Gerais, em 03 de março de 1978.

Em março de 1993 iniciou o curso de Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, concluindo-o em dezembro de 1995.

Em março de 1998 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, obtendo o título de Zootecnista em janeiro de 2003.

Em março de 2003 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, na área de concentração em Forragicultura e Pastagem, defendendo tese em fevereiro de 2005.

## ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
<b>Composição Químico-Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante com</b>	
<b>Casca de Café.....</b>	<b>12</b>
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e Métodos.....	16
Resultados e Discussão.....	19
Conclusões.....	31
Referências Bibliográficas.....	32

<b>Produção e Composição de Efluente da Silagem de Capim-Elefante com Casca de Café</b> .....	34
Resumo .....	34
Abstract.....	35
Introdução .....	36
Materiais e Métodos.....	38
Resultados e Discussão .....	41
Conclusões .....	57
Referências Bibliográficas .....	58
CONCLUSÕES .....	60

## RESUMO

FARIA, Dawson José Guimarães. M. S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Composição químico-bromatológica e produção de efluente de silagem de capim-elefante com casca de café.** Orientador: Rasmô Garcia. Conselheiros: Odilon Gomes Pereira e Dilermando Miranda da Fonseca.

Dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar os efeitos do processamento (inteira ou moída) e de diferentes níveis de inclusão de casca de café (0; 6; 12; 18 e 24% da matéria natural) sobre a (1) composição bromatológica, características fermentativas e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e (2) a produção e composição dos efluentes das silagens de capim-elefante. No primeiro experimento, a composição bromatológica, a características fermentativas e DIVMS foram analisadas em esquema fatorial 2 x 5 (processamento e nível de inclusão), em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 3 repetições. O processamento e os níveis de inclusão de casca de café aumentaram os teores de matéria seca (MS) das silagens, sendo que a casca de café inteira proporcionou um teor de MS maior que a casca de café moída. O processamento e os níveis de inclusão de casca de café não influenciaram os teores de proteína bruta das silagens, com valor médio de 10,3%. Efeito linear dos níveis de inclusão de casca de café sobre a fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foi

observado, com decréscimo da FDN e aumento da FDA. Apenas a FDA foi influenciada, pelo processamento e pela interação processamento e níveis de inclusão de casca café. O processamento e os níveis de inclusão de casca de café influenciaram os teores de lignina, sendo que a casca de café moída apresentou maiores valores. Efeito quadrático dos níveis de inclusão de casca de café, mas não o do processamento foi observado sobre os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido. Houve interação entre o processamento e níveis de inclusão de casca de café sobre o pH. Efeito quadrático do processamento e dos níveis de inclusão da casca de café sobre os valores de pH foi observado, sendo que o pH foi menor para a casca de café moída nos menores níveis e menor pH para a casca de café inteira nos maiores níveis de inclusão, Observou-se redução linear dos valores de nitrogênio amoniacal com os níveis de inclusão de casca de café, com menores valores para a casca de café moída. Para a DIVMS, observou-se um comportamento quadrático em função dos níveis de inclusão de casca de café, sendo que a DIVMS da casca de café inteira foi inferior à da casca de café moída. No segundo experimento, a produção e composição dos efluentes foram analisadas, sendo que a produção, em esquema fatorial 2 x 5 (processamento e nível de inclusão), em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições e a composição, em esquema de parcelas subdivididas, com a parcela principal constituída de um fatorial 2 x 3 (processamento e nível de inclusão) e a sub parcela constituída dos dias de coleta dos efluentes, com 3 repetições. Para as análises do efluente, foram utilizadas as amostras dos primeiros sete dias de coletas nos os níveis de inclusão de 0, 6 e 12% de casca de café. Foi verificado que o pico de produção de efluente ocorreu no primeiro dia. As produções totais observadas de efluente foram de 243,1 l/ton (sem casca de café); 196,8; 93,2; 30,8; 3,1 l/ton (6, 12, 18, 24 % de casca de café inteira, respectivamente) e 149,1; 52,3; 30,8; 0,0 l/ton (6, 12, 18, 24 % de casca de café moída,

respectivamente). A concentração de sólidos totais do efluente aumentou com o processamento e os níveis de inclusão de casca de café e apresentaram efeito quadrático para os dias de coletas. O processamento e os níveis de inclusão da casca de café apresentou efeito quadrático para o nitrogênio total para os dias de coleta. Houve efeito quadrático do processamento e dos dias de coleta, e dos níveis de a inclusão da casca de café e dos dias de coleta, respectivamente, para os teores de Ca e Mg nos efluentes das silagens. Não houve efeito do processamento, níveis de inclusão da casca de café e dos dias de coleta para os valores de K nos efluentes das silagens, que apresentaram valor médio foi de 6285,7 mg/L. Houve efeito linear dos níveis de a inclusão da casca de café e da interação entre processamento e níveis de inclusão de casca de café, mas não para dias de coleta para os teores de P. Os teores de P aumentaram com o processamento e níveis de inclusão de casca de café. Foram observados efeitos do processamento, níveis de inclusão da casca de café e dos dias de coleta, e da interação entre processamento e níveis de inclusão sobre os teores de demanda química de oxigênio (DQO) e de demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O processamento (moída) e os níveis de inclusão da casca de café elevaram os valores de DQO e DBO.

## ABSTRACT

FARIA, Dawson José Guimarães. M. S., Universidade Federal de Viçosa, February of 2005. **Chemical Composition and production of the effluent of elephantgrass silages with coffee hulls.** Adviser: Rasmu Garcia. Committee members: Odilon Gomes Pereira and Dilermando Miranda da Fonseca.

Two experiments were conducted in the Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, with the objective to evaluate the effects of processing (whole or ground) and of different level of inclusions of coffee hulls, (0; 6; 12; 18 and 24% of fresh matter) on (1) the chemical-bromatologic composition, fermentation characteristic and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) and (2) production and composition of the effluents of the elephantgrass silages. In the first experiment, the chemical composition, fermentation characteristic and IVDMD were analyzed in 2 x 5 factorial arrangement (processing and level of inclusion), distributed in a completely randomized experimental design with 3 replications. Processing and level inclusions of coffee hulls increased the dry matter (DM) content of the silages, with the whole coffee hulls showing a larger DM content than the ground coffee hulls. Processing and level of inclusions of coffee hulls and did not influence the crude protein content of the silages, with a average value of 10.3%. Linear effect of the level of inclusions of coffee hulls on neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fiber was observed, with decrease of NDF and

increase of ADF. Only ADF was influenced by the processing and by interaction of processing and level of inclusions of coffee hulls. Processing and level of inclusions of coffee hulls influenced the lignin content, with ground coffee hulls showed larger values. Quadratic effect of level of inclusions of coffee hulls, but not processing was observed on contents of neutral and acid detergent insoluble nitrogen. There was a interaction between processing and level of inclusions of coffee hulls on pH. A quadratic effect of the processing and level of inclusions of coffee hulls was observed, with smaller pH for ground coffee hulls in the smallest inclusion levels and smaller pH for the whole coffee hulls in the largest inclusion levels. Linear reduction of the ammoniacal nitrogen values was observed with the level of inclusions of coffee hulls, with smaller values for ground coffee hulls. For the IVDMD, a quadratic effect was observed in function of the level of inclusions of coffee hulls, the IVDMD of whole coffee hulls was lower as compared to the ground coffee hulls. In the second experiment, the production and composition of the effluent were analyzed, with the production analyzed in a 2 x 5 factorial arrangement (processing and level of inclusion), distributed in a completely randomized experimental design with 3 replications and the composition analyzed in a split-plot experimental design, with the whole plot constituted by a 2 x 3 factorial arrangement (processing and level of inclusion); and the split plot constituted by the days of collection of the effluent, with 3 replications. For the analyses of the effluent, the samples from the first seven days of collections were used and the level of inclusions of 0, 6 and 12% of coffee hulls. It was observe that the effluent production pick occurred in the first day. The total production observed were 243,1 l/ton (without coffee hulls); 196,8; 93,2; 30,8; 3,1 l/ton (6, 12, 18, 24 % of whole coffee hulls, respectively) e 149,1; 52,3; 30,8; 0,0 l/ton (6, 12, 18, 24 % of ground coffee hulls, respectively). Concentration of solid totals of the effluent increased with

processing and level of inclusions of coffee hulls and showed a quadratic effect for days of collections. Processing and level of inclusions of coffee hulls showed quadratic effect for the total nitrogen for the days of collection. There was a quadratic effect of processing and days of collection, and level of inclusions of coffee hulls and days of collection, respectively, for the contents of Ca and Mg in the silage effluents. There was no effect of processing, levels of inclusions of coffee hulls and days of collection for the K content in the silage effluents, which showed mean value of 6285.7 mg/L. There was a linear effect of level of inclusions of coffee hulls and of the interaction between processing and level of inclusions of coffee hulls, but not for days of collection for P. The P content increased with processing and level of inclusions of coffee hulls. Effects of processing, level of inclusions of coffee hulls and of the days of collection, and interaction between processing and level of inclusions on the contents of chemical oxygen demand (COD) and of biochemical oxygen demand of (BOD) was observed. THE inclusion level and the ground of the coffee hulls elevated the values of COD and BOD.

## INTRODUÇÃO

O Brasil, em vista da extensão da sua área territorial e das condições climáticas favoráveis, apresenta enorme potencial de produção animal em pastagens. É um país tropical, que possui a maior proporção de sua área situada entre as linhas do Equador e do Trópico de Capricórnio, região do globo caracterizada por elevadas temperaturas médias anuais e, portanto, favorável ao cultivo de gramíneas forrageiras tropicais do tipo C<sub>4</sub>, as quais possuem elevada taxa fotossintética, com produtividade de matéria seca muito superior à das forrageiras de clima temperado.

Entretanto, em consequência de fatores climáticos, a disponibilidade de pasto durante o ano é desuniforme, com produções durante a seca em torno de 10 a 20% da produção anual. Esta menor produção da forragem durante esta época do ano, tem sido apontada como um dos fatores que mais contribui para a baixa produtividade dos rebanhos brasileiros, visto que a produção animal obtida nesta época é bem menor do que a obtida na época das chuvas. Dessa forma, na exploração de sistemas de produção em pastagens, seja extensivos ou intensivos, haverá sempre um período de produção abundante de forragem, nas águas, e outro de escassez, na seca. Para tentar solucionar ou, pelo menos, minimizar este problema, o pecuarista pode adotar inúmeras estratégias,

cada uma ajustada às condições do sistema de produção que estiver sendo utilizado na propriedade. Neste contexto, a silagem de gramíneas forrageiras tropicais está se tornando alternativa cada vez mais comum para a suplementação volumosa de ruminantes no período seco do ano, como forma de minimizar a escassez de alimento neste período, aproveitar o excedente de produção dos pastos no período das águas e para manejo das capineiras.

Segundo McDonald et al. (1991) citado por Bernardes (2003) o primeiro objetivo do processo de ensilagem é preservar a forragem pela fermentação natural em condições anaeróbias. O segundo é inibir a atividade de microrganismos indesejáveis como os do gênero *Clostridium* e as enterobactérias, devido a sua capacidade de deteriorar a matéria orgânica. Com isto consegue-se maximizar a preservação dos nutrientes encontrados na forragem fresca durante o armazenamento, com um mínimo de perdas de matéria seca e de energia.

Dentre as gramíneas forrageiras tropicais, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) tem sido a forrageira mais utilizada para a produção de silagens, sendo bastante estudado nos últimos anos (Tosi et al., 1995; Andrade & Lavezzo, 1998).

Ainda que o capim-elefante possa apresentar vantagens que o torna interessante para a sua conservação na forma de silagem (elevada produção de matéria seca, cultura perene, menor custo por tonelada de matéria seca em relação às plantas tradicionais como milho e sorgo e maior flexibilidade na colheita e nas tomadas de decisão), ele apresenta algumas características intrínsecas, observadas no estágio fisiológico ideal para o seu corte que interferem na fermentação (baixo teor de carboidratos solúveis, alto poder tampão e principalmente o baixo teor de matéria seca), o que dificulta a produção de silagens de boa qualidade (McDonald, 1981; Lavezzo, 1985) e favorece a ocorrência de perdas de naturezas diversas. Estes fatores podem colocar o capim-elefante em uma

condição pouco competitiva frente às outras opções para ensilagem. Para se usufruir das vantagens do capim-elefante, a quantificação das perdas e adoção de técnicas que as minimizem tornam-se de importância central, pois as perdas oneram os custos de produção e pode inclusive inviabilizá-lo economicamente.

As perdas iniciais associadas ao processo de ensilagem se referem àquelas originadas na colheita da forragem em campo (Balsalobre et al., 2001). Outras formas de perdas são relacionadas com diversos fatores, como respiração residual, fermentação, produção de efluente e deterioração aeróbica. Essas perdas em conjunto podem alcançar de 7 a 40% e aquelas envolvidas com a produção de efluentes podem contribuir com 5 ou até mais de 7% do total (McDonald et al., 1991, citado por Bernardes, 2003).

Para que se obtenha silagens de capim-elefante de melhor qualidade, as restrições quanto à umidade e carboidratos solúveis devem ser corrigidas pela adição de açúcares e promovendo o aumento do teor de matéria seca, acelerando, assim, a fermentação inicial para que o pH apresente declínio mais acelerado.

O baixo teor de matéria seca e o elevado pH (>5,0) favorecem a atuação de microorganismos do gênero *Clostridium*, os quais são responsáveis pelas maiores perdas por fermentação, tanto em relação ao teor de matéria seca como de energia. Os principais produtos finais desse tipo de fermentação são o ácido butírico, a água, amônia, aminas e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que em conjunto, podem assinalar perdas da ordem de 18 e 50% para a energia e matéria seca, respectivamente (McDonald et al., 1991, citado por Balsalobre et al., 2001), devido o seu baixo valor nutricional. Desse modo, práticas de manejo que promovam a redução do teor de umidade e a rápida queda do pH, reduzem os efeitos negativos da ação dessas bactérias (Martha Júnior et al., 2000).

Além de prejudicar a fermentação, a ensilagem de plantas com baixo teor de matéria seca resulta na produção de elevadas quantidades de efluente, o qual transporta em sua solução nutrientes altamente digestíveis, como carboidratos solúveis, ácidos orgânicos, minerais e compostos nitrogenados solúveis, determinando decréscimo no valor nutritivo da silagem pela redução na quantidade de nutrientes ingeridos pelo animal. Segundo Woolford (1984) pode ocorrer perdas de matéria seca de 5 a 10%. Bernardino et al. (2003) verificaram perdas significativas de matéria seca, nitrogênio total e minerais, que no caso do K foi de 12%. Além disto, como o efluente apresenta na sua composição nutrientes altamente digestíveis, espera-se que com a produção de altas quantidades de efluente haja incremento na concentração de componentes da parede celular na silagem, nutricionalmente menos desejáveis (McDonald et al., 1991, citado por Pereira & Bernardino, 2004). O efluente também se constitui em um problema ambiental, pois normalmente apresenta valores de pH próximos a 4,0; demanda biológica de oxigênio (DBO) em torno de 14596,69 mg/L (Loures, 2000), 20500 mg/L (Bernardino, 2003), sendo que na literatura são encontrados valores de DBO que variam de 40000 a 90000 mg/L e concentração de amônia de 700 mg/L, sendo um contaminante em potencial de cursos d'água (Loures, 2000).

O maior volume de efluente ocorre no período inicial da ensilagem (Bastiman,1976, citado por Haigh, 1999). Loures (2000), estudando a produção de efluente para diferentes compactações, encontrou que mais de 55% do total de efluente foram produzidos nos dois primeiros dias em todas as compactações estudadas. Bernardes (2003) observou que mais de 80, 75 e 30% do total do efluente foram produzidos no primeiro dia de ensilagem, para as silagens com 0, 5 e 10% de inclusão de polpa cítrica peletizada, respectivamente.

Woolford (1978), citado por Bernardes (2003), relatou que o volume de efluente produzido em um silo é influenciado, principalmente, pelo conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada e o grau de compactação, além de outros fatores, tais como: tipo de silo, pré-tratamento mecânico da forragem, dinâmica de fermentação e fertilização do solo.

Várias equações tem sido desenvolvidas para prever a produção de efluente em função do teor de MS da cultura (Sutter, 1957; Zimmer, 1967; Bastiman, 1976, citados por Haigh, 1999). Mas segundo Jones & Jones (1995), a predição da produção de efluente em função apenas do teor de MS, ignora vários outros fatores importantes tais como o tipo e a dimensão do silo, grau de compactação, a natureza e pré-tratamento da cultura e o efeito do uso de aditivos para ensilagem.

O emurchecimento da cultura antes da ensilagem e o uso de aditivos absorventes ou seqüestradores de umidade têm sido as técnicas mais recomendadas para o controle da produção de efluentes em silagens (Pereira & Bernardino, 2004). Pinto et al. (2004) relataram que o problema da umidade também pode ser resolvido atrasando-se o momento do corte, mas que este atraso, apesar de aumentar produção de matéria seca, reduz o valor nutritivo da silagem.

O emurchecimento é um dos métodos mais eficientes técnica e economicamente na elevação do teor de matéria seca da forrageira a ser ensilada. Contudo, além da necessidade de máquinas adequadas para operações de corte, recolhimento da forragem, etc., a probabilidade de chuvas freqüentes e a alta umidade relativa do ar constituem limitações para o uso dessa técnica nas regiões tropicais (Wilkinson, 1983). Os estudos realizados no Brasil utilizando esta prática para ensilagem de capim-elefante mostram resultados contrários (Vilela & Wilkinson, 1987), pois o período de secagem das plantas não tem sido suficiente para a elevação dos teores de matéria seca a valores adequados e

a economicidade da técnica, quando feita da maneira tradicional, é questionável, por causa do maior necessidade de mão-de-obra e operações de campo (Lavezzo, 1985).

Atualmente, a utilização de aditivos tem sido recomendada para melhorar a qualidade da silagem (Vilela, 1998). Um ponto fundamental, quando se utiliza um aditivo, é conhecer o quanto ele pode melhorar o consumo e a produção animal, e não apenas melhorar o processo fermentativo. Jones & Jones (1996) relataram que a eficiência da inclusão da polpa de beterraba comparada com a suplementação na alimentação parece depender da extensão com que este aditivo influencia as perdas dentro do silo e o consumo de silagem.

Dentre os aditivos, os classificados como absorventes são materiais em geral de alto conteúdo de matéria seca, o que pode elevar o teor de matéria seca do material ensilado, melhorando a fermentação no silo, podendo ainda reduzir ou eliminar a produção de efluente (Wilkinson, 1998). Desta forma, assumem importante papel na produção de silagens de gramíneas com alta umidade, sendo que diversos subprodutos secos têm sido adicionados à ensilagem de gramíneas, visando o aumento dos seus teores de matéria seca (Onselen & Lopes, 1988; Faria et al., 1996).

No Brasil, maior produtor mundial de café, a casca de café, um subproduto proveniente do beneficiamento do grão, é disponível a baixo custo, apresenta elevado teor de matéria seca e boa capacidade de retenção de umidade, podendo, portanto, atuar como aditivo absorvente. Constatou-se que a inclusão de 20% de casca de café (em base de matéria natural) eliminou totalmente a produção de efluente (Bernardino, 2003). Somando-se a isto, a casca de café apresenta um teor de carboidratos solúveis (17,1% segundo Souza et al., 2001), que pode contribuir para o rápido abaixamento do pH.

Além disso, a casca de café pode ser utilizada como parte da dieta de ruminantes e o seu uso na alimentação animal está se tornando comum entre os pecuaristas, tendo em

vista a sua grande disponibilidade nas regiões produtoras de café e as pesquisas mostrarem ser possível utilizar quantidades consideráveis deste subproduto, com significativa redução nos custos com alimentação (Barcelos et al., 1997a; b). Mas segundo Cabezas et al. (1978), a utilização da casca de café na alimentação de ruminantes pode promover a redução do consumo voluntário, principalmente quando esta é o principal alimento da dieta. Isto se deve ao fato da casca possuir na sua constituição compostos que podem exercer efeito negativo no consumo animal. Os mais importantes são cafeína, taninos e polifenóis (ácidos clorogênicos e caféico), além de altos teores de lignina. Tem-se verificado também uma relação inversa entre a concentração de casca de café e o rendimento de bovinos em crescimento e engorda, sendo mais acentuada quando esta concentração é superior a 20% da dieta (Cabezas et al., 1978). Vilela et al. (2001) concluíram que é possível substituir o volumoso (cana-de-açúcar e capim-elefante) pela casca de café melosa até o nível de 42%. Quadros et al. (2002) verificaram que até 10% de casca de café na silagem de capim-elefante não reduziram a degradabilidade da matéria seca. Bernardino (2003) relatou que a utilização de até 10% de casca de café, com base na matéria natural, na ensilagem de capim-elefante com alta umidade, evitou a produção de efluente, sem comprometer o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

A capacidade de retenção de umidade do aditivo absorvente pode variar com o tipo de material utilizado, sendo que materiais com maiores teores de lignina, como sabugo de milho, polpa de beterraba ou palhadas apresentam maior capacidade de retenção de água que outros materiais, como grãos de cereais (Jones & Jones, 1996). Segundo este mesmo autor, apesar de altamente absorventes, estes aditivos reduzem o valor nutritivo da silagem. Outra característica importante que afeta a capacidade de retenção de água do aditivo absorvente é seu grau de moagem. Materiais mais finamente

moídos totalizando maior área de superfície específica retêm consideravelmente mais umidade que os não moídos.

Dexter (1961) citado por Jones & Jones (1996), comparou a capacidade de reter água de vários aditivos absorventes (grão moído de milho, sabugo de milho, aveia moída, trigo moído, polpa de beterraba, feno de alfafa, feno de gramíneas misturadas e palha de aveia) e constatou claramente que o grau de moagem foi importante, sendo que materiais finamente moídos retiveram consideravelmente mais água que os mesmos materiais quando moídos de forma mais grosseira. Todavia a moagem apresenta um custo mais elevado, sendo necessário analisar a relação custo:benefício para a adoção ou não da moagem.

Os trabalhos a seguir foram elaborados conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J. B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. III. Valor nutritivo e consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 12, p. 2015-2023, 1998.
- BALSALOBRE, M. A. A.; NÚSSIO, L. G.; MARTHA Jr.; G. B. Controle de Perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 890-911.
- BARCELOS, A. F.; ANDRADE, I. F.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. Von. et al. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados I – resultados do primeiro ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1208-1214, 1997a.
- BARCELOS, A. F.; ANDRADE, I. F.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. Von. et al. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados I – resultados do segundo ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1215-1221, 1997b.
- BERNARDES, T. F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (hochst ex. a. rich) stapf cv. marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2003, 108 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - FCAV/UNESP, 2003.
- BERNARDINO, F. S. **Produção e composição do efluente e valor nutritivo da silagem de capim elefante com diferentes níveis de casca de café**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 42 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C. et al. Produção e características do efluente da silagem de capim-elefante com diferentes níveis de casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.
- CABEZAS, M. T.; FLORES, A.; EGAÑA, J. I. Uso de pulpa de café en la alimentación de rumiantes. In: BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. (Ed.). **Pulpa de Café**. Bogotá: IDRC, 1978, p. 45-67.
- FARIA, E.F.S.; ANDRADE, V.J.; GONÇALVES, L.C. et al. Comparação de seis tratamentos empregados para melhorar a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) em três idades de rebrota: I – 60 dias. **Arquivos da Escola de Medicina Veterinária da UFBA**, v.18, p.102-125, 1996.
- HAIGH, P. M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and Forage Science**, v. 54, p. 208-218, 1999
- JONES, R.; JONES, D. I. H. The effect of in-silo effluent absorbent on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 64, p. 173-186, 1996.

- JONES, R.; JONES, D. I. H. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 60, p. 73-81, 1995.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50-57, 1985.
- LOURES, D. R. S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cv. Cameroon**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; NÚSSIO, L. G.; BALSALOBRE, M. A. A. et al. **Produção de silagem de gramíneas tropicais: conceitos básicos e aplicados**. Depto. de Produção Animal/Centro de Treinamento de Recursos Humanos, ESALQ/USP, 2000. 35 p.
- McDONALD, P. **The Biochemistry of silage**. N. Y.: John Wiley & Sons, 1981. 207 p.
- ONSELEN, V.J.V.; LOPEZ, J. Efeito da adição de fontes de carboidratos e de um produto enzimático comercial na composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17, p.421-427, 1988.
- PEREIRA, O. G.; BERNARDINO, F. S. Controle de efluentes na produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 509-545.
- PINTO, J. C.; ÁVILA, C. L. da S.; SANTOS, I. P. A. et al. Avaliação das características da silagem de capim-aruana adicionadas com polpa cítrica peletizada. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004 CD-ROM.
- QUADROS, D. G.; FIGUEIREDO, M. P.; CARDOSO JÚNIOR, N. S. et al. Perfil dos produtos da fermentação e degradabilidade *in vitro* da matéria seca da silagem de capim elefante com diferentes percentuais de casca de café. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002 CD-ROM.
- SOUZA, A. L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G. et al. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n. 3, p.983-922, 2001. Suplemento 1.
- TOSI, H.; RODRIGUES, L. R. A.; JOBIM, C. C. et al. Ensilagem do capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n.6, p. 909-916, 1995.
- VILELA, F. G.; OLALQUIAGA-PEREZ, J. R.; TEIXEIRA, J. C. et al. Uso da casca de café melosa em diferentes níveis na alimentação de novilhos confinados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 198-205, 2001.

- VILELA, D.; WILKINSON, J.M. Efeito do emurchecimento e da adição da uréia sobre a fermentação e digestibilidade *in vitro* do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) ensilado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.6, p.550-562, 1987.
- WILKINSON, J. M. Additives for ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 53-72
- WILKINSON, J. M. Valor alimentício de las forrageras ensiladas de clima tropical y temperado. **Revista Mundial de Zootecnia**, n.46, p.35-40, 1983.
- WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

## Composição químico-bromatológica da silagem de capim elefante com níveis casca de café

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar os efeitos do processamento (inteira ou moída) e de níveis de inclusão de casca de café (0; 6; 12; 18 e 24% da matéria natural) sobre a composição bromatológica, características fermentativas e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de capim-elefante. As variáveis foram analisadas em esquema fatorial 2 x 5 (processamento e nível de inclusão), em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. O processamento e os níveis de inclusão aumentaram os teores de matéria seca (MS) das silagens, sendo que a casca inteira proporcionou um teor de MS maior que a casca moída. O processamento e os níveis de inclusão não influenciaram os teores de proteína bruta das silagens. Efeito linear dos níveis de inclusão sobre a fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foi observado, com decréscimo da FDN e aumento da FDA. Apenas a FDA foi influenciada, pelo processamento e pela interação processamento e níveis de inclusão. O processamento e os níveis de inclusão influenciaram os teores de lignina, sendo que a casca moída apresentou maiores valores. Efeito quadrático dos níveis de inclusão, mas não o do processamento foi observado sobre os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido. Houve interação entre o processamento e níveis de inclusão sobre o pH. Efeito quadrático do processamento e dos níveis de inclusão sobre os valores de pH foi observado, sendo que o pH foi menor para a casca moída nos menores níveis e menor pH para a casca inteira nos maiores níveis de inclusão. Observou-se redução linear dos valores de nitrogênio amoniacal com os níveis de inclusão, com menores valores para a casca moída. Para a DIVMS, observou-se um comportamento quadrático em função dos níveis de inclusão, sendo que a DIVMS da casca inteira foi inferior à da casca moída.

Palavras-chave: aditivo absorvente, perdas, processamento, valor nutritivo

## **Chemical Composition of Elephantgrass Silages with Level of Coffee Hulls**

**ABSTRACT** – The experiment was carried-out with the objective to evaluate the effects of processing (whole or ground) and of level of inclusions of coffee hulls, (0; 6; 12; 18 and 24% of fresh matter) on the chemical-bromatologic composition, fermentation characteristic and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) of the elephantgrass silages. The variables were analyzed in 2 x 5 factorial arrangement (processing and level of inclusion), distributed in a completely randomized experimental design with three replications. Processing and level inclusions increased the dry matter (DM) content of the silages, with the whole coffee hulls showing a larger DM content than the ground hulls. Processing and level of inclusions and did not influence the crude protein content of the silages. Linear effect of the level of inclusions on neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fiber was observed, with decrease of NDF and increase of ADF. Only ADF was influenced by the processing and by interaction of processing and level of inclusions. Processing and level of inclusions influenced the lignin content, with ground hulls showed larger values. Quadratic effect of level of inclusions, but not processing was observed on contents of neutral and acid detergent insoluble nitrogen. There was a interaction between processing and level of inclusions on pH. A quadratic effect of the processing and level of inclusions was observed, with smaller pH for ground hulls in the smallest inclusion levels and smaller pH for the whole hulls in the largest inclusion levels. Linear reduction of the ammoniacal nitrogen values was observed with the level of inclusions, with smaller values for ground hulls. For the IVDMD, a quadratic effect was observed in function of the level of inclusions, the IVDMD of whole hulls was lower as compared to the ground hulls.

Key Words: absorbents additives, losses, nutritive value, processing

## Introdução

A menor produção de forragem durante os períodos de outono e inverno tem sido apontada como um dos fatores que contribui para a baixa produtividade dos rebanhos brasileiros mantidos em pasto. Com isto, é indiscutível o papel da silagem como volumoso suplementar na alimentação de ruminantes em períodos de escassez de forragem.

As silagens de gramíneas, e dentre elas a silagem de capim-elefante, é uma alternativa às culturas tradicionais como milho e sorgo, pois tem como vantagens a elevada produção de matéria seca, ser uma cultura perene, apresentar menor custo por tonelada de matéria seca em relação às plantas tradicionais e maior flexibilidade na colheita. Por outro lado, o capim-elefante apresenta algumas características intrínsecas, observadas no estágio fisiológico ideal para o seu corte que interferem na fermentação como baixos teores de carboidratos solúveis e de matéria seca, dificultando a obtenção de silagens de boa qualidade (Lavezzo, 1985).

O baixo teor de matéria seca favorece a atuação de microorganismos do gênero *Clostridium*, os quais são responsáveis pelas maiores perdas por fermentação, tanto em relação ao teor de matéria seca como de energia, que em conjunto, podem assinalar perdas da ordem de 50 e 18% para matéria seca e energia, respectivamente (McDonald et al., 1991, citado por Balsalobre et al., 2001). Portanto, para se obter silagens de capim-elefante de melhor qualidade, as restrições quanto à umidade excessiva devem ser corrigidas.

O emurhecimento da forragem antes da ensilagem e o uso de aditivos absorventes têm sido as técnicas mais recomendadas para elevação do teor de matéria seca da forrageira a ser ensilada. Mesmo sendo uma prática recomendada, o emurhecimento ainda tem sido bastante questionado pelo fato de demandar práticas

que encarecem todo o processo de ensilagem e muitas vezes ser limitado pelas condições climáticas.

No Brasil, existe uma grande produção de resíduos agro-industriais, e dentre estes se destaca a casca de café, que vem sendo utilizada como aditivo absorvente na ensilagem de gramíneas. Além disto, a casca de café também tem sido utilizada como parte da dieta de ruminantes. A utilização da casca de café na alimentação de ruminantes pode promover a redução do consumo voluntário dos bovinos com reflexo significativo no desempenho animal, principalmente quando esta é o principal alimento da dieta. Este fato se deve pela presença na constituição da casca de compostos que podem exercer efeito negativo no consumo animal, como cafeína, taninos e polifenóis, além de altos teores de lignina (Cabezas et al., 1978).

Vilela et al. (2001), concluíram que é possível substituir o volumoso (cana-de-açúcar e capim elefante) da dieta pela casca de café melosa até o nível de 42%. Quadros et al. (2002) verificaram que até 10% de casca de café na silagem de capim-elefante não reduziram a degradabilidade da matéria seca e Bernardino (2003) recomenda até 10% de casca de café, na ensilagem de capim-elefante, sem comprometer o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

A capacidade de retenção de umidade dos aditivos absorventes pode variar com o tipo de material utilizado, sendo que materiais com maior lignificação, apresentam maior capacidade de retenção de água que outros materiais, como grãos de cereais (Jones & Jones, 1996). Segundo estes mesmos autores, apesar de altamente absorventes, estes aditivos reduzem o valor nutritivo da silagem. Outra característica importante que afeta a capacidade de retenção de água pelo aditivo é seu grau de moagem. Dexter (1961) citado por Jones & Jones (1996), comparou a capacidade de retenção de efluente de alguns materiais (grão moído de milho, sabugo de milho, aveia moída, trigo moído,

polpa de beterraba e palha de aveia) e concluindo que os materiais finamente moídos foram mais eficientes na retenção de efluente. Todavia a moagem apresenta elevação de custos, sendo necessário analisar a relação custo:benefício para a adoção desta prática.

Face ao exposto, conduziu-se o presente trabalho, objetivando-se avaliar a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de casca de café, bem como de verificar o efeito da moagem ou não da casca de café.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, no período de 27/01/2004 a 27/04/2004. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

A espécie forrageira utilizada foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), cultivar Cameroon, oriundo de uma capineira já estabelecida no Departamento de Zootecnia da UFV. Esta capineira está situada em área de baixada e recebe anualmente adubação com esterco de curral.

A casca de café utilizada foi adquirida em Viçosa, sendo parte desta moída em moinho tipo martelo com peneira de 3 mm.

O capim-elefante foi cortado manualmente no dia 27 de janeiro de 2004, picado em partículas de aproximadamente 2 a 5 cm de comprimento, utilizando-se máquina forrageira acoplada ao trator e ensilado no mesmo dia. No momento do corte, o capim-elefante estava com aproximadamente 70 dias de idade (rebrotado) e 1,80 m de altura.

A casca de café inteira ou moída foi adicionada ao capim recém picado com base na matéria natural nos níveis de 0, 6, 12, 18 e 24% (0, 60, 120, 180 ou 240 kg de casca

de café por tonelada de capim verde), misturada até homogeneização e procedendo-se em seguida a ensilagem, em silos laboratoriais de PVC de 0,25 m de diâmetro e 0,75 m de altura. Foi passado silicone na parte inferior do silo, por onde poderia haver frestas que prejudicassem a vedação dos silos. Em cada silo foram colocados 10 kg da mistura de capim e casca de café e efetuando-se a compactação da massa ensilada com auxílio de soquetes, até a altura de 0,37 m, obtendo-se uma densidade de 550 kg/m<sup>3</sup>. Após o enchimento, os silos foram vedados com tampa de madeira revestida por plástico e cobertos com sacos plásticos para evitar a entrada de água e oxigênio. Durante a ensilagem foram coletadas amostras do capim-elefante e da casca de café e armazenadas em “freezer” para posteriores análises.

A composição químico-bromatológica do capim-elefante e da casca de café utilizados para a produção das silagens são apresentados na Tabela 1.

Após 90 dias de ensilagem, os silos foram abertos, sendo todo o seu conteúdo retirado e homogeneizado em cima de uma lona, retirando-se em seguida três amostras referentes a cada unidade experimental. A primeira foi colocada em sacos de papel, pesada e levada para a estufa de ventilação forçada à 65° C por 72 horas. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa e deixadas em temperatura ambiente por uma hora e pesadas novamente para a determinação da matéria pré-seca. Em seguida foram moídas em moinho “Wiley” com peneira de 1 mm e armazenadas em potes de plásticos com tampa para posteriores análises. A segunda amostra foi utilizada para análise do pH das silagens e para a análise de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) das silagens. A terceira amostra foi colocada em sacos plásticos previamente identificados e armazenada em “freezer” para uso em caso de perda de amostra.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim-elefante e da casca de café utilizados na produção das silagens

Item	Capim-elefante	Casca de café
Matéria seca <sup>1</sup>	12,72	81,20
Proteína bruta <sup>1</sup>	11,79	8,16
FDN <sup>1</sup>	66,67	62,20
FDA <sup>1</sup>	47,17	50,35
NIDN <sup>2</sup>	24,69	37,12
NIDA <sup>2</sup>	5,34	23,62
Lignina <sup>1</sup>	11,32	16,86
Celulose <sup>1</sup>	35,85	35,91
Hemicelulose <sup>1</sup>	19,50	11,85
Extrato etéreo <sup>1</sup>	1,24	0,97
Cinza <sup>1</sup>	12,05	5,78
Cálcio <sup>1</sup>	0,38	0,29
Fósforo <sup>1</sup>	0,28	0,13
Sódio <sup>1</sup>	0,02	0,01
Potássio <sup>1</sup>	3,92	2,17
Magnésio <sup>1</sup>	0,21	0,07
DIVMS <sup>1</sup>	68,23	50,79

<sup>1</sup> % MS; <sup>2</sup> % NT

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e pH da silagem segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). O nitrogênio amoniacal foi determinado segundo Bolsen et al. (1992).

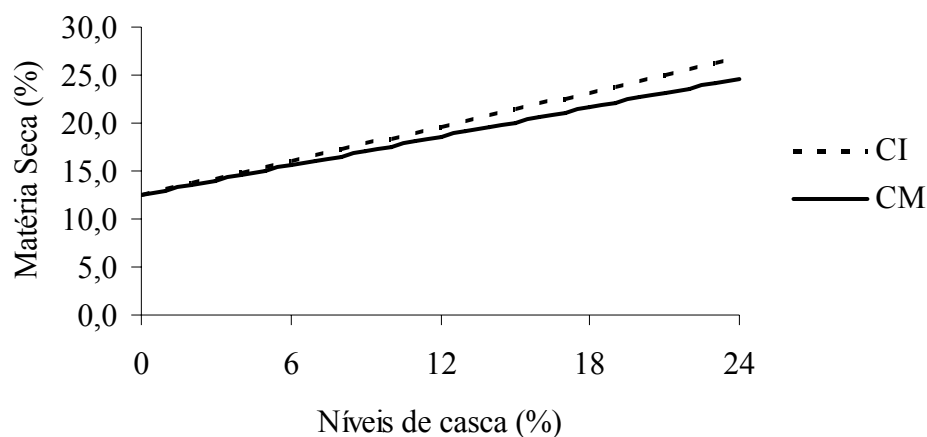
As variáveis da composição químico-bromatológica da silagem foram estudadas utilizando-se um esquema fatorial 2 X 5, sendo dois processamentos da casca de café (com ou sem moagem) e cinco níveis de inclusão de casca de café (0; 6; 12; 18 e 24% da matéria natural), dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições.

Os dados obtidos foram estudados em cada processamento e nível de inclusão de casca de café e submetidos a análise de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1997). Para o efeito do processamento foi utilizada a variável Dummy, atribuindo-se para o efeito do processamento na equação de regressão, valor 0 se a observação for referente à casca inteira (sem processamento) ou valor 1 se a observação for referente à casca moída (com processamento).

### **Resultados e Discussão**

Os teores de MS das silagens com níveis de inclusão de casca de café inteira ou moída, sua respectiva equação de regressão e coeficiente de determinação são apresentados na Figura 1. Observa-se pela Figura efeito linear ( $P < 0,05$ ) da inclusão de cascas de café (CA) sobre o teor de MS da silagem. Não houve efeito direto ( $P > 0,05$ ) do processamento (PR) no teor de MS da silagem, apenas da interação nível de inclusão e processamento ( $P < 0,05$ ). A elevação do teor de MS com a inclusão de casca de café deve-se ao alto teor de MS da casca (81,2%) e sua boa capacidade de retenção de umidade, sendo que a silagem com 0% de casca, apresentou o teor de MS próximo ao do capim-elefante no momento da ensilagem. Bernardino (2003) também verificou efeito da inclusão de casca de café sobre o teor de MS da silagem, com acréscimo linear de 0,69% no teor de MS para cada unidade percentual de casca adicionada, efeito este próximo ao verificado neste experimento, que foi de 0,59% por unidade percentual de casca adicionada. Souza et al. (2003) também estudando a inclusão de casca de café na silagem de capim-elefante, verificaram acréscimos no teor de MS, porém menores, de 0,54% no teor de MS por unidade percentual de casca de café adicionada. Com inclusão de 24% de casca de café, estimou-se um valor 24,38 e 26,48% de MS, para casca inteira

e moída respectivamente, que é bem próximo aos valores de 20 e 25% propostos respectivamente por McDonald (1981) e Andrade (1995), como sendo o mínimo para que não ocorram perdas na ensilagem do capim-elefante.



$$\hat{Y} = 12,4821 + 0,594431*CA - 0,087235*CA PR; R^2 = 0,9504$$

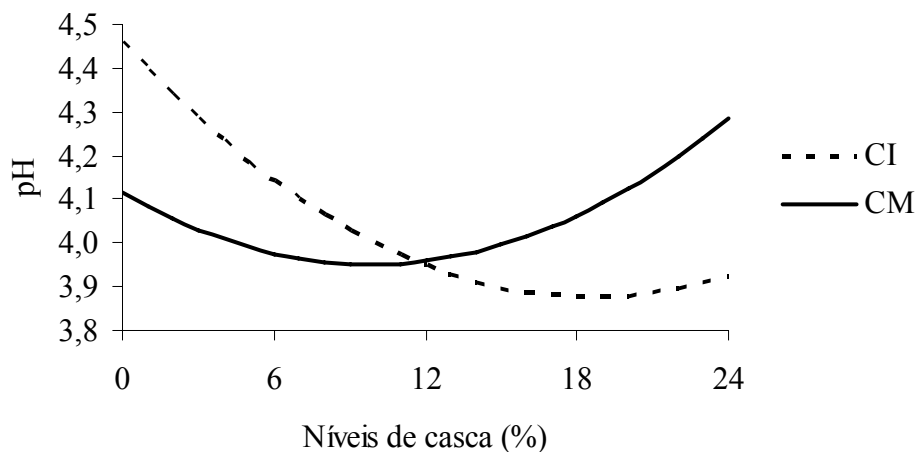
\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”

Figura 1 – Porcentagem de MS da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) ou moída (CM).

Igarasi (2002) sugere que em gramíneas tropicais, para um mesmo teor de umidade da massa ensilada, haveria menor atividade da água relativa às observadas para plantas de clima temperado, como resultado de uma possível carga iônica maior no conteúdo celular. Esse fato permitiria obter-se sucesso no controle de microorganismos indesejáveis, como *Clostridium*, mesmo sob teores de MS mais reduzidos na massa de forragem ensilada (< 30% de MS).

Para os valores de pH das silagens (Figura 2), verificou-se efeito quadrático da inclusão de casca de café (CA) ( $P < 0,05$ ). Detectou-se também efeito do processamento (PR), estimando-se um pH mínimo de 3,87 para a 18,59% de casca inteira e de 3,95 para 9,87% de casca moída. Na ausência de casca de café, o maior valor de pH da

silagem com a casca inteira pode ser atribuído ao fato de uma das repetições deste processamento estar deteriorada e com o valor de pH muito acima das outras repetições.



$$\hat{Y} = 4,456950 - 0,062484* CA + 0,00168* CA^2 - 0,342666* PR + 0,0293* CA PR; R^2 = 0,8850$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 2 –pH da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) ou moída (CM).

Souza et al. (2003) também observaram efeito quadrático dos níveis de inclusão de casca de café (0, 8,7, 17,4, 26,1 e 34,8%, com base na matéria natural) sobre o pH das silagens de capim-elefante e estimaram um valor mínimo de 3,78 para o nível de 26,87% de casca. Por outro lado, Bernardino (2003) verificou que os valores de pH decresceram linearmente com a adição da casca de café, e relatou que com o aumento do teor de MS foi criado um ambiente favorável para o desenvolvimento de bactérias lácticas e desfavorável para as do gênero *Clostridium*, e que a casca de café forneceu carboidratos solúveis, o que contribui para o rápido abaixamento do pH e reduziu o pH final das silagens. Por outro lado, Evangelista et al. (1996), não observaram diferenças entre os níveis (5 e 10%) e as formas físicas (solta, peletizada e peletizada-triturada) de polpa cítrica nos teores de pH das silagens de capim-elefante. Pinto et al. (2004) também trabalhando com inclusão de 0, 5, 10 e 15% de polpa cítrica peletizada para a

ensilagem de capim-aruaana em diferentes idades de crescimento (40, 80 e 120 dias) não encontraram efeito da inclusão da polpa no pH das silagens, sendo que os valores médios permaneceram próximos a 4.

O pH das silagens com 24% de casca moída foi de 4,29, e mesmo com esta elevação para os maiores níveis de casca moída, o pH foi próximo a 4,2, que é um valor tido como adequado para a conservação da forragem. Além disto, as silagens apresentaram um bom padrão de conservação e bom aspecto e odor. Conforme Van Soest (1994) em silagens com alto teor de matéria seca, o valor de pH é menos importante, podendo-se obter silagens de boa qualidade, mesmo com pH mais elevados.

Conforme se observa na Tabela 2, as silagens não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) para os valores de proteína bruta (PB), pela casca e processamento, com valor médio de 10,25% de PB. Isto é explicado porque as maiores perdas de nitrogênio total (NT) no efluente e maior teor de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) na silagem sem casca foram compensadas pelo maior teor de PB do capim (11,79%) em relação à casca (8,16%).

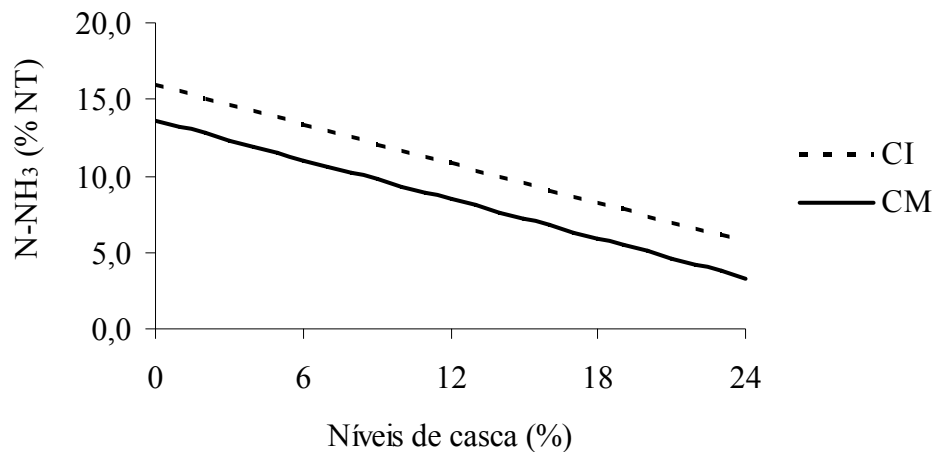
Tabela 2. Teores médios observados de proteína bruta (PB, % MS) da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira ou moída.

Casca de café	% de Casca de café					Média
	0	6	12	18	24	
Inteira	9,83	10,08	10,40	10,17	9,78	10,05
Moída	10,45	10,30	10,60	10,58	10,31	10,45

Souza et al. (2001) observaram que o valor de PB da silagem se manteve em 11% com a adição de casca de café, valor próximo ao verificado para o capim-elefante no momento da ensilagem. Estes autores ainda relatam que, a silagem sem casca de café teve o teor de PB reduzido, atribuindo tal fato à perda de compostos nitrogenados solúveis no efluente. Evangelista et al. (1999), Corrêa & Cordeiro (2000) e Ávila et al.

(2003), também não observaram aumento no teor protéico em silagens com níveis crescentes de polpa cítrica e Herling (1998) de fubá de milho. Também não foi verificado por Evangelista et al. (1996), diferença no teor de PB para diferentes formas físicas (solta, peletizada e peletizada-triturada) de polpa cítrica.

Para os valores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) foi encontrado efeito linear decrescente dos níveis de casca de café (CA) e do processamento (PR) (P<0,05) (Figura 3).



$$\hat{Y} = 15,9431 - 0,428799* CA - 2,32742* PR; R^2=0,8016$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”

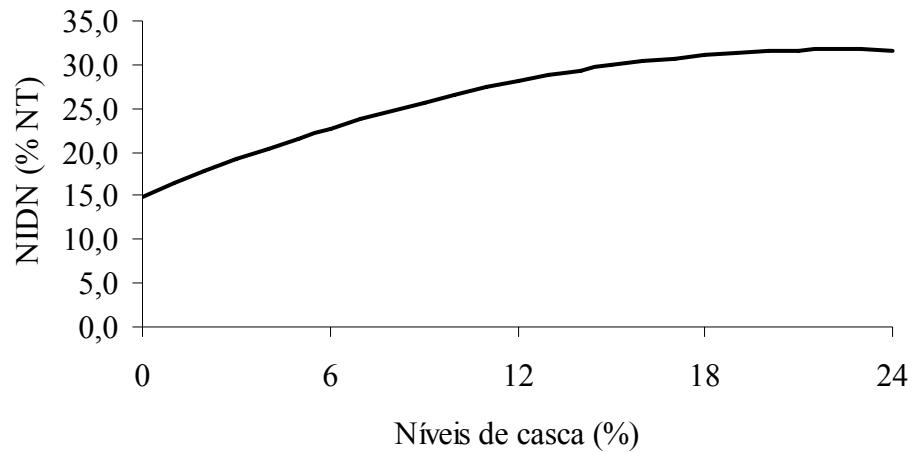
Figura 3 – Teores de N-NH<sub>3</sub> da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) ou moída (CM).

Os menores valores de N-NH<sub>3</sub> com a inclusão de casca de café podem ser atribuídos à elevação da MS da silagem, que reduz a atividade dos microorganismos do gênero *Clostridium*, que são responsáveis por proteólise de aminoácidos (McDonald, 1981). Bernardino (2003) também encontrou redução nos teores de N-NH<sub>3</sub> com a adição de casca de café, que atingiram valores bastante baixos (1,9% do NT). Os valores de N-NH<sub>3</sub> encontrados por este autor para as silagens sem casca de café (28,7% do NT) foram bem mais elevados do que os observados neste experimento (17,75% do

NT). Na Figura 3 pode-se observar ainda o efeito do processamento, em que a casca moída apresentou menores teores de N-NH<sub>3</sub> em relação à casca inteira. Por outro lado, Evangelista et al. (1996) não encontraram diferenças significativas entre níveis e formas físicas da polpa cítrica para os teores de N-NH<sub>3</sub>.

Na silagem, um baixo teor de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), inferior a 10% do nitrogênio total (NT), indica que o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia, e os aminoácidos constituem a maior parte do nitrogênio não protéico (Van Soest, 1994). Ao contrário, um teor de N-NH<sub>3</sub> superior a 15% do NT significa que a quebra de proteínas foi considerável. Tais silagens podem ser menos aceitas pelos animais, resultando em baixo consumo. O teor de N-NH<sub>3</sub> também é um indicador da atividade das bactérias do gênero *Clostridium*, pois ele é produzido em pequenas quantidades por outros microorganismos e enzimas das plantas (McDonald, 1981).

No que se referente aos valores de NIDN (nitrogênio insolúvel em detergente neutro) os dados tiveram ajuste quadrático (Figura 4). A casca de café (CA) influenciou os teores de NIDN ( $P < 0,05$ ), independente do processamento, sendo o efeito quadrático explicado pelo maior conteúdo de NIDN da casca de café (37,12% do NT) em relação ao do capim (24,69% do NT) no momento da ensilagem. Foi estimado um valor máximo de 31,70% de NIDN com a inclusão de 22,47% de casca de café.

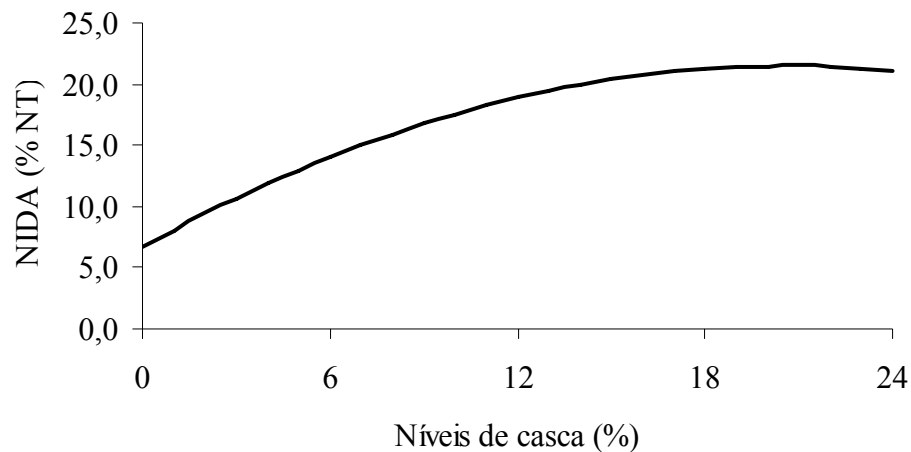


$$\hat{Y} = 14,9782 + 1,48872 * CA - 0,033124 * CA^2; R^2 = 0,8702$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 4 – Teores de NIDN da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café.

Resultados semelhantes aos de NIDN também foram encontrados para NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido) conforme pode ser observado na Figura 5. Foi estimado que o teor máximo de NIDA foi de 21,49% quando se adicionou 20,67% de casca de café. Bernardino (2003) encontrou efeito linear positivo da inclusão de casca de café nos valores de NIDA de silagem de capim-elefante e justificou este fato ao maior valor de NIDA da casca de café (39,8%) em relação ao do capim-elefante (12,9%). Souza et al. (2003) de forma semelhante observou efeito linear dos níveis de casca de café sobre os teores de NIDA das silagens de capim-elefante. Estes autores citando Van Soest e Mason (1991) e Licitra et al. (1996) relatam que o aumento no teor de NIDA não é desejável, pois o nitrogênio retido na fibra em detergente ácido não é aproveitado pelas bactérias ruminais. Durante a secagem e beneficiamento do café, o grão sofre aquecimento, o que pode justificar o elevado teor de NIDA da casca de café.



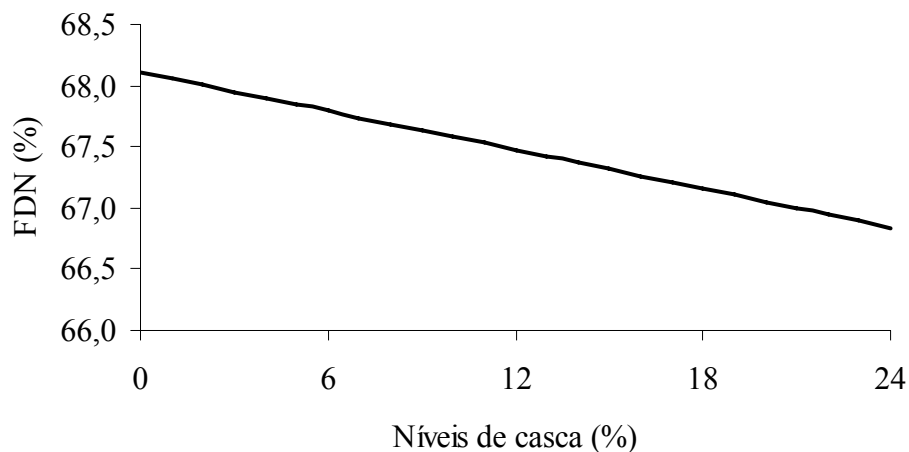
$$\hat{Y} = 6,68639 + 1,43252 * CA - 0,034652 * CA^2; R^2 = 0,8153$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”

Figura 5 – Teores de NIDA da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café.

Pela Figura 6 verifica-se que o teor de FDN foi influenciado apenas pelos níveis de inclusão de casca de café (CA) ( $P < 0,05$ ), sendo que se estimou valor de 68,11% de FDN para a silagem sem casca de café e redução linear de 0,058% para cada unidade de casca adicionada. O processamento e nem as interações tiveram efeito sobre os teores de FDN ( $P > 0,05$ ). O maior valor de FDN da silagem sem casca de café (68,11%) em comparação com o capim (66,67%) pode ser explicado pela perda de componentes solúveis da matéria seca pelo efluente, o que aumenta os teores dos componentes da parede celular (McDonald, 1981). De maneira semelhante, Bernardino (2003) e Souza et al. (2003) encontraram efeito linear da inclusão de casca de café sobre os valores de FDN das silagens de capim-elefante. Ferrari Júnior & Lavezzo (2001) verificaram redução linear nos valores de FDN da silagem de capim-elefante acrescida de farelo de mandioca (0; 2; 4; 8 e 12%). Crestana et al. (2001) observaram a mesma tendência ao incluírem 5 e 10% de polpa cítrica em silagem de capim-tanzânia, verificando o declínio

do teor de FDN de 68,1% (0%), para 63,9% (5%) e 60,8% (10%) como efeito do baixo de teor de FDN da polpa cítrica.



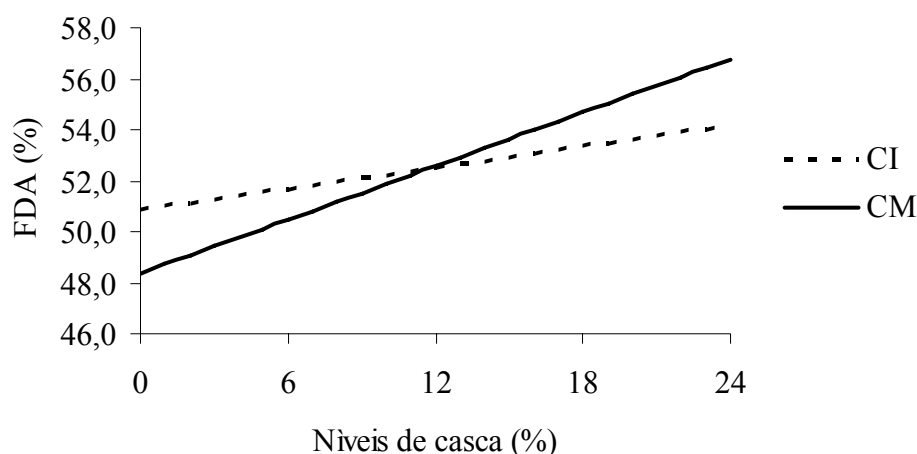
$$\hat{Y} = 68,1103 - 0,05873 * CA; R^2 = 0,7401$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 6 – Teores de FDN da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café.

Os teores de FDA das silagens tiveram ajuste linear crescente para os níveis de inclusão de casca (CA), e foi observado efeito do processamento (PR) e da interação nível e processamento (CA PR) ( $P < 0,05$ ), conforme demonstrado na Figura 7. Este comportamento pode ser explicado pelo aumento dos teores de lignina com a inclusão de casca de café, visto que a FDA é composta principalmente pelas frações lignina e celulose (Van Soest, 1994). Além disto, o maior teor de FDA da casca (50,35%) em relação ao capim (47,17%) pode ter contribuído para a ocorrência deste comportamento. Evangelista et al. (1999) encontraram efeito significativo da adição de 4% polpa cítrica na silagem de capim estrela roxa, em todos os tempos de emurchecimento (0; 1; 2 e 3 horas) sobre os teores de FDA, relatando que o maior aumento, em função da presença do aditivo, foi inferior à duas unidades percentuais. Bernardino (2003) não encontrou influência da adição de casca de café nos valores de FDA (valor médio de 53,6%) da

silagem de capim-elefante com 0; 10; 20; 30 e 40% de casca de café, justificando este fato pela semelhança entre os valores de FDA da casca e do capim ensilado. Contrastando com os dados do presente experimento, Crestana et al. (2001) observaram ao incluírem 5 e 10% de polpa cítrica em silagem de capim-tanzânia, declínio do teor de FDA de 42,5% (0%), para 39,7% (5%) e 39,0% (10%). Apesar de não terem observado diferença significativa, Ferrari Júnior & Lavezzo (2001) observaram tendência de decréscimo nos valores de FDA da silagem de capim-elefante com a inclusão de farelo de mandioca.



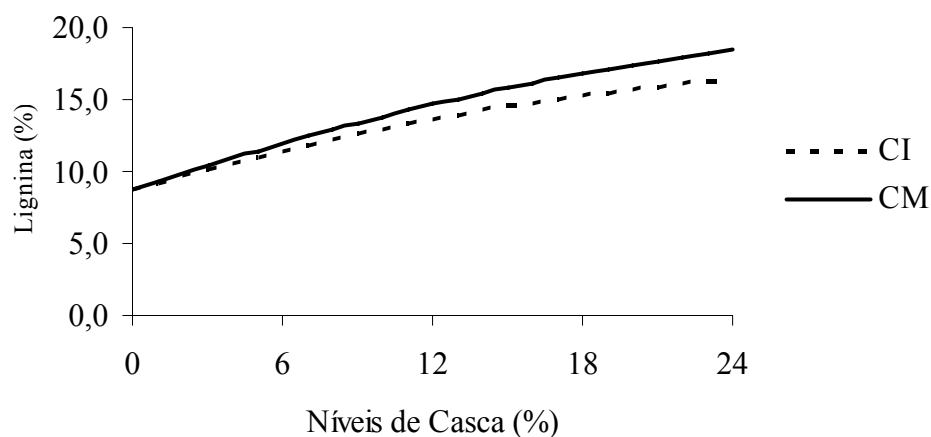
$$\hat{Y} = 50,8493 + 0,138006* CA - 0,024837 PR + 0,212374* CA PR; R^2 = 0,9113$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”

Figura 7 – Teores de FDA da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) ou moída (CM).

Quanto aos teores de lignina da silagem houve apenas efeito quadrático dos níveis de inclusão da casca de café (CA) e da interação entre níveis de casca e processamento (CA PR) ( $P < 0,05$ ) (Figura 8). Este efeito da casca de café pode ser atribuído ao maior teor de lignina desta (16,86%) em comparação ao teor do capim (11,32%) utilizado para a confecção da silagem. Bernardino (2003) encontrou aumento linear dos teores de lignina da silagem de capim-elefante com a adição de casca de café, estimando um

mínimo de 8,4% e acréscimo de 0,14% no teor para cada unidade percentual de casca de café adicionada. Souza et al. (2003) também verificaram efeito linear dos níveis de inclusão de casca de café na silagem de capim-elefante, mas com menores valores de lignina, sendo o máximo de 9,02% com inclusão de 34,8% de casca de café. De acordo com Van Soest (1994), a lignina é o fator mais significativo que limita a disponibilidade da parede celular da planta aos animais herbívoros nos sistemas de digestão anaeróbios, sendo que ela é considerada um dos fatores antinutricionais da casca de café.

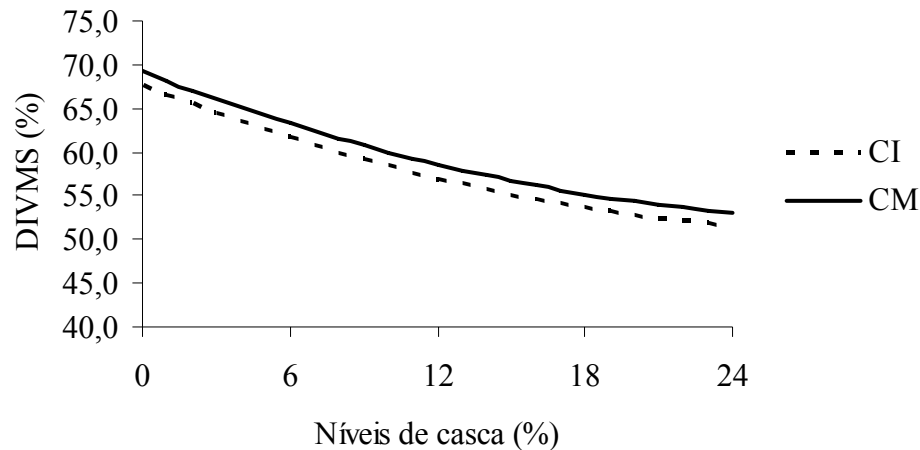


$$\hat{Y} = 8,69559 + 0,503473 * CA - 0,007691 * CA^2 + 0,00858 * CA PR; R^2 = 0,8153$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 8 – Teores de lignina da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) ou moída (CM).

A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) apresentou resposta quadrática à inclusão de casca de café (CA) e ao processamento (PR) ( $P < 0,05$ ) (Figura 9). A redução na DIVMS com a inclusão de casca de café pode ser atribuída ao elevado teor de lignina na casca de café.



$$\hat{Y} = 67,6944 - 1,10542 * CA + 0,017992 * CA^2 + 1,53091 * PR; R^2 = 0,7822$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”

Figura 9 – Teores de DIVMS da silagem de capim-elefante em função de níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) ou moída (CM)

Resultados semelhantes foram observados por Bernardino (2003) que encontrou efeito linear decrescente com a inclusão de casca de café na silagem, estimando redução de 0,24% na DIVMS para cada unidade de casca adicionada. De forma semelhante, Souza et al. (2003) encontraram redução linear de 0,14% no valor da DIVMS por unidade de casca de café adicionada, encontrando valores de 64,48; 63,24; 62,00; 60,77 e 59,63% de digestibilidade para os níveis de 0; 8,7; 17,4; 26,1 e 34,8% de casca de café, respectivamente. Estes valores de DIVMS observados por Souza et al. (2003) foram maiores que os encontrados neste experimento, provavelmente devido à maior digestibilidade (54,76%) e ao menor teor de lignina (8,69%) da casca de café avaliada em seu experimento. Quadros et al. (2002) utilizando vacas canuladas no rúmen, verificou que a degradabilidade efetiva obtida foi maior na silagem de capim-elefante sem casca de café, diminuindo à medida que aumentou o percentual de casca de café. É importante ressaltar, que, mesmo com maior digestibilidade da silagem sem inclusão de casca, devido aos valores de pH e de N-NH<sub>3</sub>, esta pode ter tido ocorrência de

fermentações indesejáveis e, conseqüentemente resultando em forragem de menor valor nutritivo. A maior DIVMS da casca moída pode ser explicada pela redução no tamanho da partícula, o que promove maior superfície de contato entre os microorganismos e o substrato.

### **Conclusões**

A casca de café foi eficiente como aditivo absorvente de umidade das silagens de capim-elefante com 12,7% de matéria seca, sendo que a casca inteira proporcionou maior elevação no teor de matéria seca que a moída. A inclusão da casca de café ainda melhorou as características fermentativas da silagem, reduzindo os valores de nitrogênio amoniacal e proporcionando um pH adequado.

A inclusão da casca de café inteira na ensilagem do capim-elefante não comprometeu o valor da composição químico-bromatológica da silagem, podendo então utilizar a casca de café sem processamento, até 12% de inclusão, com base na matéria natural.

## Referências Bibliográficas

- ANDRADE, J. B. **Efeito da adição de rolão de milho, farelo de trigo e sacharina na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum).** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1995. 190 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1995.
- ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R. et al. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos – I Teores de matéria seca e proteína bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM
- BALSALOBRE, M. A. A.; NÚSSIO, L. G.; MARTHA Jr.; G. B. Controle de Perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.; 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 890-911
- BERNARDINO, F. S. **Produção e composição do efluente e valor nutritivo da silagem de capim-elefante com diferentes níveis de casca de café.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 42 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BOLSEN, K. K.; LIN, B. E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3066-3083, 1992.
- CABEZAS, M. T.; FLORES, A.; EGAÑA, J. I. Uso de pulpa de café en la alimentación de rumiantes. In: BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. (Ed.). **Pulpa de Café.** Bogotá: IDRC, 1978, p. 45-67.
- CORRÊA, L. A.; CORDEIRO, J. A. **Silagem de capim como estratégia de manejo intensivo de pastagens.** São Carlos: EMBRAPA, 2000. 6 p. (Embrapa Pecuária Sudeste, 26).
- CRESTANA, R. F.; AGUIAR, R. N. S.; BALSALOBRE, M. A. A. et al. Efeito da fermentação na fração fibra de silagens de capim Tanzânia. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 354-355.
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; BERNARDES, T. F. Características da silagem do capim estrela roxa (*Cynodon nlemfluensis* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM.
- EVANGELISTA, A. R.; SILVA, L. V.; CORREIA, L. F. A. Efeito de três diferentes formas físicas de polpa cítrica, como aditivo seco na silagem de capim napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 352-353
- FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001.

- HERLING, V. R.; NAKASUKA, C.; KOBAYASHI, E. T. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Napier) submetido a diferentes tratamentos e ensilado em mine-silos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 263-265.
- IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jack cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002. 152 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 2002.
- JONES, R.; JONES, D. I. H. The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research.** v. 64, p. 173-186, 1996
- LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário.** v.11, n.132, p.50-57, 1985.
- McDONALD, P. **The Biochemistry of silage.** John Wiley & Sons, N. Y., 1981. 207 p.
- PINTO, J. C.; ÁVILA, C. L. da S.; SANTOS, I. P. A. et al. Avaliação das características da silagem de capim-aruana adicionadas com polpa cítrica peletizada. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004 CD-ROM
- QUADROS, D. G.; FIGUEIREDO, M. P.; CARDOSO JÚNIOR, N. S. et al. Perfil dos produtos da fermentação e degradabilidade *in vitro* da matéria seca da silagem de capim elefante com diferentes percentuais de casca de café. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002 CD-ROM
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2002. 235 p.
- SOUZA, A. L.; BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 4, p.828-833, 2003.
- SOUZA, A. L.; BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001 CD-ROM
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1.** Viçosa, MG. 1997. 150 p. (Manual do Usuário).
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILELA, F. G.; OLALQUIAGA-PEREZ, J. R.; TEIXEIRA, J. C.. et al. Uso da casca de café melosa em diferentes níveis na alimentação de novilhos confinados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 198-205, 2001

## **Produção e Composição do Efluente da Silagem de Capim-Elefante com Casca de Café**

**RESUMO** - Avaliaram-se a produção e composição do efluente das silagens de capim-elefante com casca de café inteira ou moída. Para avaliação da produção de efluente, utilizou-se esquema fatorial 2 X 5, sendo dois processamentos (com ou sem moagem) e cinco níveis de casca (0; 6; 12; 18 e 24%), dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Para avaliação da composição do efluente, adotou-se o esquema de parcelas subdivididas, em que a parcela principal foi constituída de fatorial 2 X 3, sendo dois processamentos e três níveis de casca (0; 6; 12%), e a subparcela dos dias de coleta (primeira semana) do efluente, com três repetições. A produção total de efluente foi de 243,1 L/t de silagem para o tratamento sem casca, de 196,8; 93,2; 30,8; 3,1 L/t para 6, 12, 18 e 24% de casca inteira e de 149,1; 52,3; 30,8 e 0,0 L/t para 6, 12, 18 e 24% de casca moída, respectivamente. Os sólidos totais aumentaram com a inclusão e o processamento de casca e sofreram efeito dos dias. Para o nitrogênio total observaram-se efeito dos dias e aumento nos teores com a inclusão e o processamento da casca. Foi detectado efeito do processamento e dos dias para os teores de cálcio. Os teores de magnésio foram influenciados pelos dias e aumentaram com a inclusão de casca. Não houve efeito para os teores de potássio. Os teores de fósforo aumentaram com a inclusão e o processamento da casca. As demandas química e bioquímica de oxigênio foram influenciadas pelos dias e aumentaram com a inclusão e o processamento da casca de café.

Palavras-chave: aditivo absorvente, perdas, poluição ambiental, processamento

## **Production and Composition of the Effluent of Elephantgrass Silages with Coffee Hulls**

**ABSTRACT** - The experiment was carried-out with the objective to evaluate the effects of processing (whole or ground) and of different level of inclusions of coffee hulls, (0; 6; 12; 18 and 24% of fresh matter) on production and composition of the effluents of the elephantgrass silages. The variables were analyzed, respectively, in a 2 x 5 factorial arrangement (processing and level of inclusion), distributed in a completely randomized experimental design with 3 replications, and in a split-plot experimental design, with the whole plot the 2 x 3 factorial arrangement (processing and level of inclusion - 0, 6 and 12% of coffee hulls); and the split plot constituted by the days of collection (seven days) of the effluent, with 3 replications. The total production were 243,1 L/ton (without coffee hulls); 196,8; 93,2; 30,8; 3,1 and 149,1; 52,3; 30,8; 0,0 L/ton for 6, 12, 18, 24 % of whole and ground hulls, respectively. Concentration of solid totals increased with processing and level of inclusions and showed a quadratic effect for days of collections. Processing and level of inclusions showed quadratic effect for the total nitrogen for the days of collection. There was a quadratic effect of processing and days of collection, and level of inclusions and days of collection, respectively, for the contents of Ca and Mg. There was a linear effect of level of inclusions and of the interaction between processing and level of inclusions, but not for days of collection for P. The P content increased with processing and level of inclusions. Effects of processing level of inclusions and of the days of collection, and interaction between processing and level of inclusions on the contents of chemical oxygen demand (COD) and of biochemical oxygen demand of (BOD) were observed. The processing (ground) and inclusion levels elevated the values of COD and BOD.

Key Words: absorbents additives, environmental pollution, losses, processing

## **Introdução**

A estacionalidade de produção das forrageiras durante o ano faz com que a exploração pecuária com base no alto potencial de produção das gramíneas tropicais exija a utilização de alguma estratégia a fim de atender a exigência animal o ano todo.

A silagem tem sido uma alternativa importante e viável para atender a falta de volumosos de boa qualidade no período da seca. Entre as gramíneas forrageiras tropicais, o capim-elefante vêm sendo estudado desde muitas décadas, mas os produtores e técnicos ainda vêem a necessidade de obter-se uma melhor silagem de capim-elefante. Um dos fatores que mais conduz a grandes perdas na ensilagem de gramíneas forrageiras é o elevado teor de umidade.

As perdas por efluente representam decréscimo do valor nutricional da silagem, pois na solução existem nutrientes altamente digestíveis como carboidratos solúveis, ácidos orgânicos, minerais e compostos nitrogenados solúveis, o que leva a uma maior proporção na concentração dos componentes da parede celular na silagem, que são nutricionalmente menos desejáveis.

Quando o efluente é escoado para cursos d'água, as substâncias nele contidas são utilizadas por microrganismos e, durante o processo, parte ou todo oxigênio presente na água pode esgotar-se. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do efluente da silagem é excepcionalmente maior que a do esgoto doméstico, sendo considerado um sério poluente para os lençóis freáticos (Loures, 2000). Com isto, o efluente representa um risco de poluição ambiental.

Vários estudos foram desenvolvidos para prever a produção de efluente em função do teor de MS da forragem ensilada (Sutter, 1957; Zimmer, 1967; Bastiman, 1976, citados por Haigh, 1999). Tais estudos utilizam apenas o teor de MS, ignorando vários outros fatores importantes tais como o tipo e a dimensão do silo, grau de

compactação, a natureza e pré-tratamento da forragem e o efeito do uso de aditivos para ensilagem.

Segundo Nússio et al. (2002) as perdas por efluente podem ser evitadas utilizando forragens naturalmente secas, misturando culturas mais secas às mais úmidas no momento da ensilagem, mas Pereira & Bernardino (2004) relataram que o uso de aditivos absorventes ou o emurchecimento da cultura têm sido as técnicas mais recomendadas para o controle da produção de efluentes em silagens.

A casca de café, subproduto da agricultura, vem sendo pesquisada em virtude principalmente de sua grande disponibilidade nas regiões produtoras de café. Ela tem sido usada como aditivo absorvente devido ao seu elevado teor de matéria seca e boa capacidade de retenção de umidade (Bernardino, 2003). Além disto, ela pode ser utilizada na dieta de ruminantes e o seu uso na alimentação animal está se tornando comum entre os pecuaristas.

A capacidade de retenção dos aditivos absorventes de umidade pode variar com o tipo de material utilizado, sendo que materiais mais fibrosos, como sabugo de milho, polpa de beterraba ou palhadas apresentam maior capacidade de retenção de água que outros materiais, como grãos de cereais (Jones & Jones, 1996). Outra característica importante que afeta a capacidade de retenção de efluente do aditivo absorvente é o grau de moagem, pois materiais mais finamente moídos retêm consideravelmente mais umidade que outros não moídos ou moídos mais grosseiramente. Entretanto a moagem dos materiais representa um custo adicional, sendo necessária a avaliação da relação custo:benefício da moagem.

Objetivou-se com este experimento avaliar a produção e composição do efluente da silagem de capim-elefante com casca de café moída ou não como aditivo absorvente.

## **Materiais e Métodos**

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, no período de 27/01/2004 a 27/04/2004. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

A espécie forrageira utilizada foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), cultivar Cameroon, oriundo de uma capineira já estabelecida no Departamento de Zootecnia da UFV. Esta capineira está situada em área de baixada e recebe anualmente adubação com esterco de curral.

A casca de café utilizada foi adquirida em Viçosa, sendo parte desta moída em moinho tipo martelo com peneira de 3 mm.

O capim-elefante foi cortado manualmente no dia 27 de janeiro de 2004, picado em partículas de aproximadamente 2 a 5 cm de comprimento, utilizando-se máquina forrageira acoplada ao trator e ensilado no mesmo dia. No momento do corte o capim-elefante estava com aproximadamente 70 dias de idade (rebrotas) e 1,80 m de altura.

A casca de café inteira ou moída foi adicionada ao capim recém picado com base na matéria natural nos níveis de 0, 6, 12, 18 e 24% (0, 60, 120, 180 ou 240 kg de casca de café por tonelada de capim verde), misturada até homogeneização e procedendo-se em seguida a ensilagem, em silos laboratoriais de PVC, medindo 0,25 m de diâmetro e 0,75 m de altura. Foi passado silicone na parte inferior do silo, por onde poderia haver frestas que prejudicassem a vedação dos silos. Em cada silo foram colocados 10 kg da mistura de capim e casca de café e efetuando-se compactação da massa ensilada com auxílio de soquetes, até a altura de 0,37 m, obtendo-se uma densidade de 550 kg/m<sup>3</sup>. Após o enchimento, os silos foram vedados com tampa de madeira revestida por

plástico e cobertos com sacos plásticos para evitar a entrada de água e oxigênio. No momento da ensilagem retiraram-se amostras capim-elefante e da casca de café, que foram armazenadas em “freezer” para posteriores análises.

A composição químico-bromatológica do capim-elefante e da casca de café utilizados para a produção da silagem são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim-elefante e da casca de café utilizados na produção das silagens

Item	Capim-elefante	Casca de café
Matéria seca <sup>1</sup>	12,72	81,20
Proteína bruta <sup>1</sup>	11,79	8,16
FDN <sup>1</sup>	66,67	62,20
FDA <sup>1</sup>	47,17	50,35
NIDN <sup>2</sup>	24,69	37,12
NIDA <sup>2</sup>	5,34	23,62
Lignina <sup>1</sup>	11,32	16,86
Celulose <sup>1</sup>	35,85	35,91
Hemicelulose <sup>1</sup>	19,50	11,85
Extrato etéreo <sup>1</sup>	1,24	0,97
Cinza <sup>1</sup>	12,05	5,78
Cálcio <sup>1</sup>	0,38	0,29
Fósforo <sup>1</sup>	0,28	0,13
Sódio <sup>1</sup>	0,02	0,01
Potássio <sup>1</sup>	3,92	2,17
Magnésio <sup>1</sup>	0,21	0,07
DIVMS <sup>1</sup>	68,23	50,79

<sup>1</sup> % MS; <sup>2</sup> % NT

Até a abertura dos silos, 90 dias após o fechamento, efetuou-se a coleta do efluente através da tubulação existente na parte inferior dos silos. Nos primeiros 12 dias, o efluente foi coletado duas vezes ao dia, uma pela manhã e outra no final da tarde. A coleta de efluente foi diária até 28 dias, sendo que após este período a coleta foi realizada de três em três dias, devido ao pequeno volume de efluente produzido.

O volume total de efluente de cada silo experimental foi medido com o auxílio de uma proveta, e logo após, as amostras de 50 a 60 ml de efluente foram armazenadas em frascos plásticos com tampas e colocadas em “freezer” para posteriormente serem analisadas.

Foram determinados os valores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) segundo Silva (1977), minerais (Ca, P, Mg e K) e nitrogênio total (NT) segundo Silva & Queiroz (2002). Os sólidos totais ou matéria seca do efluente foram determinados através de secagem em estufas de 65° e 105°.

Para as análises anteriormente citadas, foram utilizadas as amostras de efluente dos primeiros sete dias de coletas e dos níveis de inclusão de 0, 6 e 12% de casca de café, pois as demais amostras não tinham quantidades suficientes para se realizar as análises e por este período responder por mais de 50% da produção total de efluente.

Para a avaliação da produção de efluente utilizou-se esquema fatorial 2 X 5, sendo dois processamentos da casca de café (com ou sem moagem) e cinco níveis de inclusão de casca de café (0; 6; 12; 18 e 24% da matéria natural), dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições. Para a composição do efluente utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado e adotou-se esquema de parcela subdivididas, sendo a parcela principal constituída de um fatorial 2 X 3, sendo dois processamentos da casca (com ou sem moagem) e três níveis de casca (0; 6; 12%) e a subparcela constituída dos dias de coleta do efluente, com 3 repetições. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e regressão. Para o efeito do processamento foi utilizada a variável Dummy, atribuindo-se para o efeito do processamento na equação de regressão, valor 0 se a observação for referente à casca inteira (sem processamento) ou valor 1 se a observação for referente à casca moída (com processamento).

As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1997).

### **Resultados e Discussão**

O comportamento do fluxo de efluente das silagens em função dos dias de coleta é apresentado na Figura 1. Observa-se que na primeira semana apenas os tratamentos com 0, 6 e 12% de inclusão de casca inteira e moída e 18% de casca inteira produziram efluente. O pico de produção foi registrado no primeiro dia de coleta. No primeiro dia provavelmente a disponibilidade de oxigênio já se esgotou, o que, segundo Woolford (1984), contribui para ruptura da membrana celular da planta, facilitando a perda de água da célula.

Verificou-se que 68,5; 55,7; 59,7; 44,0; 52,4 e 36,8% da produção total de efluente das silagens com 0% de casca, 6% de casca inteira, 6% de casca moída, 12% de casca inteira, 12% de casca moída e 18% de casca inteira, respectivamente, foram produzidos na primeira semana. Bernardes (2003) observou que mais de 80, 75 e 30% do total do efluente foram produzidos no primeiro dia de ensilagem, para as silagens de capim-marandu com 0, 5 e 10% de polpa cítrica peletizada, respectivamente, sendo que após o quinto dia de coleta não foi observada produção de efluente. Loures (2000) encontrou que mais de 55% do total do efluente foram produzidos nos dois primeiros dias em todas as compactações utilizadas (356,67; 446,67; 531,33; 684,00; 791,00 kg/m<sup>3</sup>) na ensilagem de capim-elefante com 13% de MS.

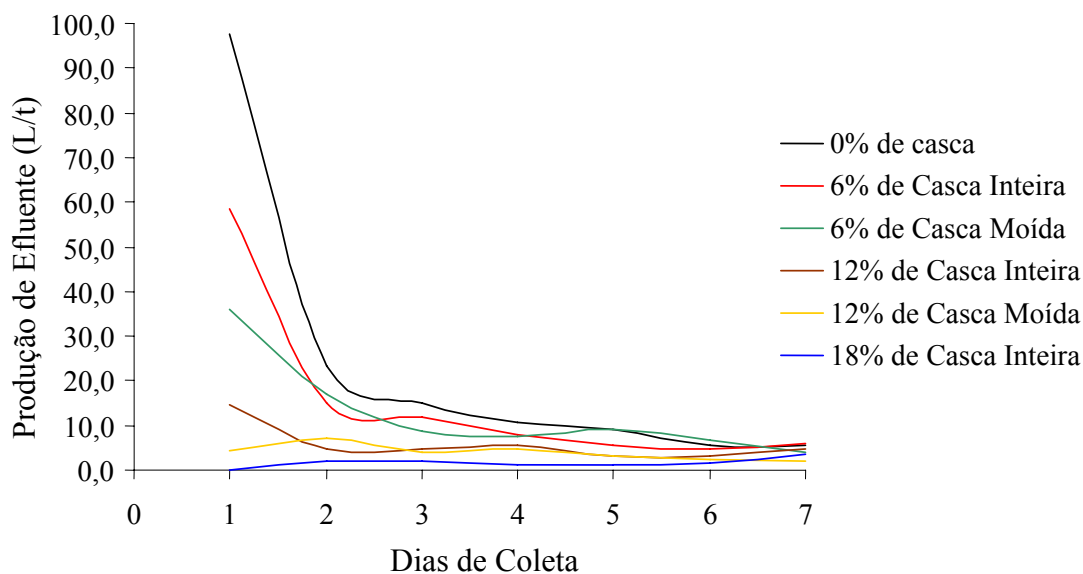
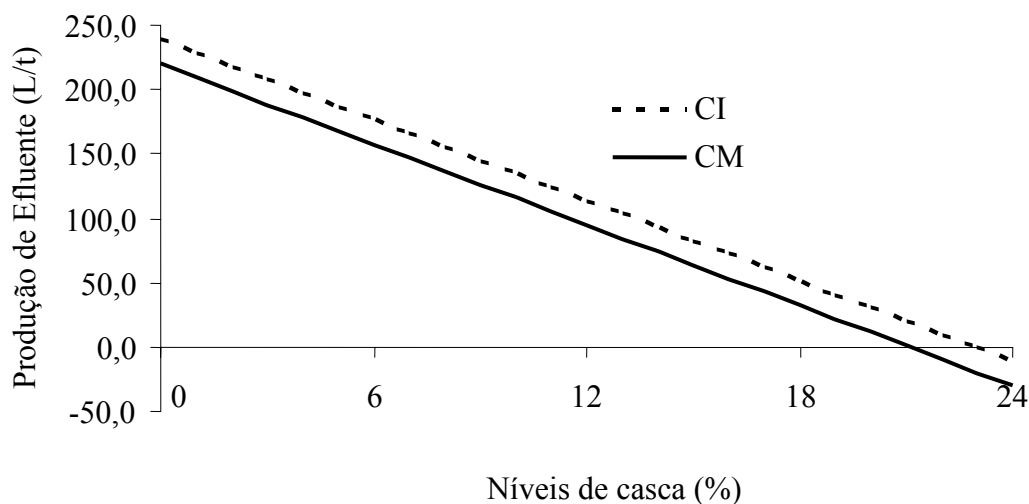


Figura 1 – Produção de efluente (L/t) da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira ou moída em função dos dias de coleta.

Na Figura 2 pode-se verificar que a produção total de efluente teve efeito dos níveis de inclusão da casca de café (CA) e do processamento (PR) ( $P < 0,05$ ). Para a produção total de efluente, escolheu-se o modelo que melhor explicou ( $R^2 = 0,943$ ) a variação dos dados, mesmo que a produção estimada para a inclusão de 24% de casca de café, tanto inteira como moída, seja negativa e não explicada biologicamente. Observa-se que a inclusão de casca de café reduziu a produção de efluente, sendo que as silagens com 18% e 24% de casca praticamente não produziram efluente. Este fato ocorreu em função da elevada matéria seca da casca de café e sua boa capacidade de retenção de água, demonstrando a eficiência deste material como aditivo absorvente.



$$\hat{Y} = 238,73 - 10,4136 * CA - 19,0067 * PR; R^2 = 0,9430$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 2 – Produção estimada de efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) e moída (CM).

As produções totais de efluente observadas da silagem de capim-elefante com casca de café em 90 dias são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Produções totais de efluente observadas (L/t) da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira ou moída.

Casca de café	% de Casca de café				
	0	6	12	18	24
Inteira	244,8	196,8	93,2	30,8	3,1
Moída	241,3	149,1	52,3	30,8	0,0

Bernardino (2003) observou que apenas as silagens de capim-elefante sem casca de café e com 10% deste aditivo produziram efluentes, com volumes totais de 123,5 e 26,7 L/t de silagem. Bernardes (2003) encontrou que a inclusão de 5 e 10% de polpa cítrica reduziu em 35 e 85% da produção total de efluente, quando comparado ao tratamento controle. Com a casca moída, o volume final de efluente foi menor que o da

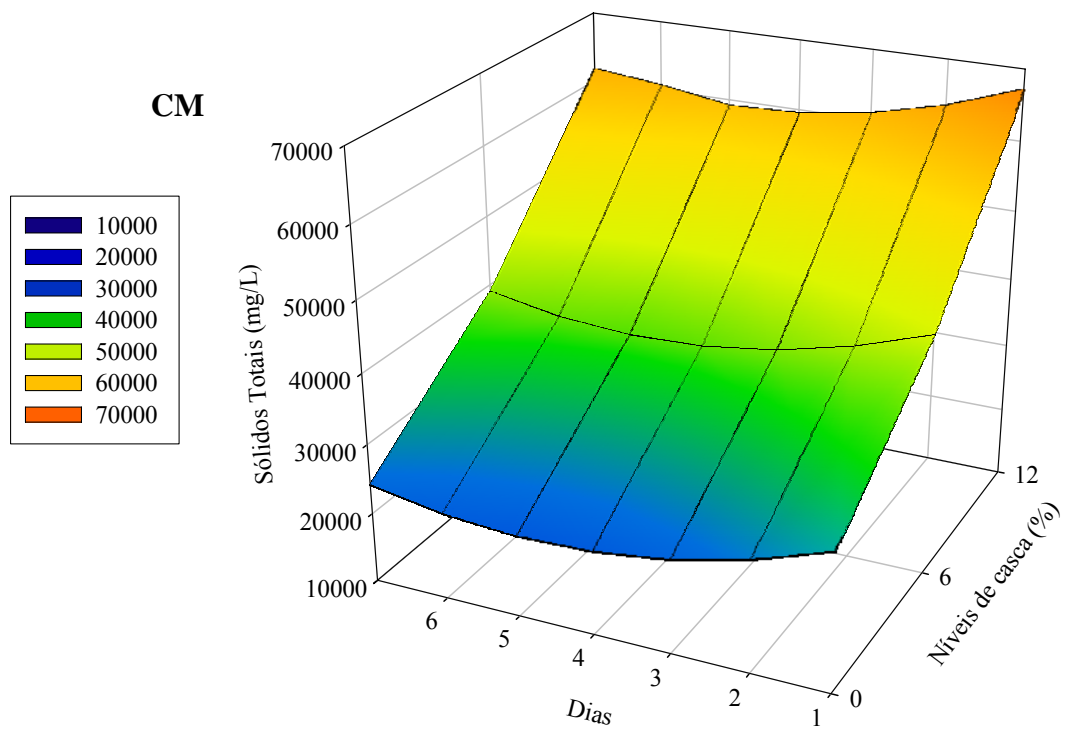
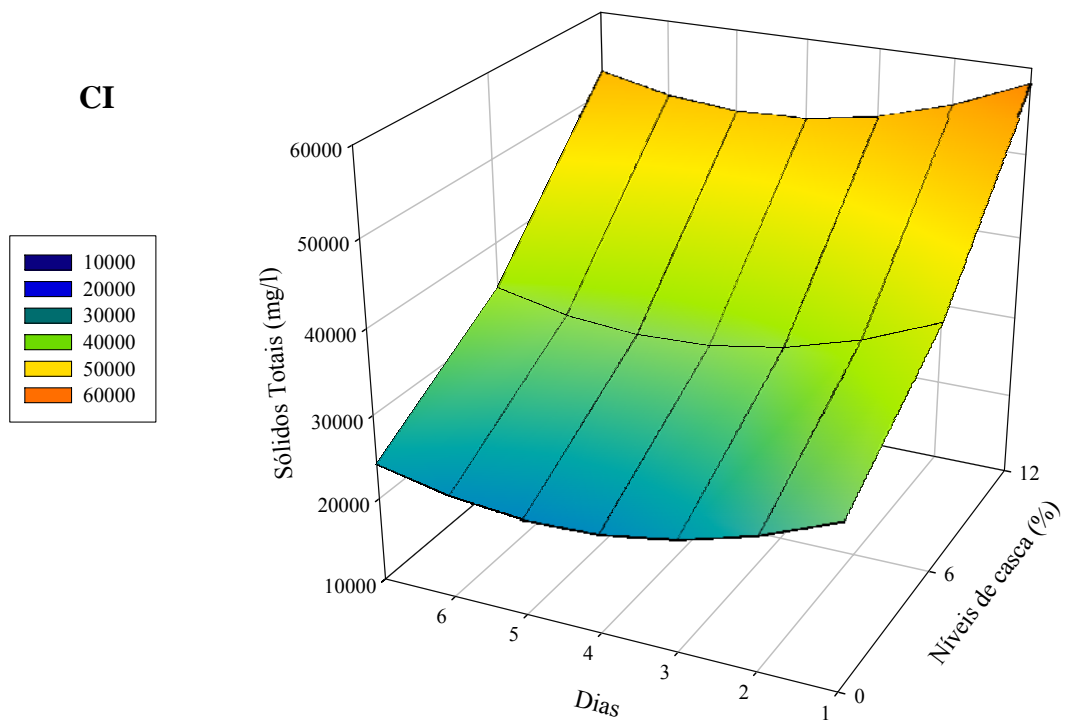
casca moída em todos os níveis de inclusão da casca de café (Figura 2). Estes resultados são semelhantes aos encontrados Dexter (1961) citado por Jones & Jones (1996), que comparou a capacidade de reter água de diversos aditivos absorventes e encontrou que o grau de moagem era importante, com materiais finamente moídos retendo consideravelmente mais água que os mesmos materiais moídos de forma mais grosseira.

Pode-se observar na Figura 3 que houve efeitos quadráticos dos dias (D) de coleta e dos níveis de inclusão de casca de café (CA) e efeito da interação entre o nível de inclusão de casca e o processamento (CA PR) ( $P < 0,05$ ) sobre os teores de sólidos totais (ST), expressos em mg/L. Ainda na mesma figura, verifica-se que a concentração de ST incrementou com a inclusão de casca de café. Este fato pode ser explicado pelo efeito de concentração, já que as silagens com 12% de casca de café produziram menores quantidades de efluente. Haigh (1999) encontrou valores médios de MS (matéria seca) de 67000 mg/L para silagens de gramíneas de clima temperado tratadas com aditivos. Segundo este autor os aditivos têm pequeno efeito no teor de MS do efluente, exceção feita para aditivos absorventes, que podem aumentar os teores de MS. O efeito do processamento pode ser explicado pelo fato de que as partículas com menor tamanho são arrastadas com maior facilidade pelo efluente. Ao se estudar o efeito dos dias de coleta, verificou que os teores mínimos estimados foram de 21609,6; 31912,0 e 50095,8 mg/L para os níveis de 0; 6 e 12% de casca inteira e de 21609,6; 36436,9 e 59145,5 mg/L para os níveis de 0; 6 e 12% de casca moída, respectivamente, foram encontrados no quinto (4,8) dia de coleta de efluente. Loures (2000) também verificou efeito quadrático dos dias de coleta sobre os teores de ST do efluente da silagem de capim-elefante com 13% de MS para diferentes compactações, mas o comportamento foi inverso, sendo os maiores valores também encontrados no quinto dia. Já Bernardino

(2003) não encontrou efeito dos dias de coleta para a concentração de ST para silagem de capim-elefante sem casca de café, com valor médio observado de 25466,5 mg/L.

Expressando-se os valores de ST em % (Figura 4), verificou-se efeito quadrático dos níveis de inclusão de casca de café (CA) e dos dias de coleta (D) e da interação entre níveis de inclusão e processamento (CA PR) ( $P < 0,05$ ), semelhante ao que ocorreu com os ST, expressos em mg/L. Os valores mínimos estimados ocorreram no quinto (4,8) dia, sendo os valores de 2,15; 3,15; 4,90; 2,15; 3,58 e 5,76% para os níveis de 0, 6 e 12% de inclusão de casca inteira e moída, respectivamente. Bernardes et al. (2003) também encontraram aumento nos teores de MS com o aumento na inclusão de polpa cítrica na silagem de capim-marandu, sendo valores médios de 3,8; 5,0 e 7,5% de MS respectivamente para adição de 0; 5 e 10%. Este autor também encontrou interação entre adição de polpa e tempo de ensilagem, com aumento nos valores durante os 5 dias de coleta de efluente.

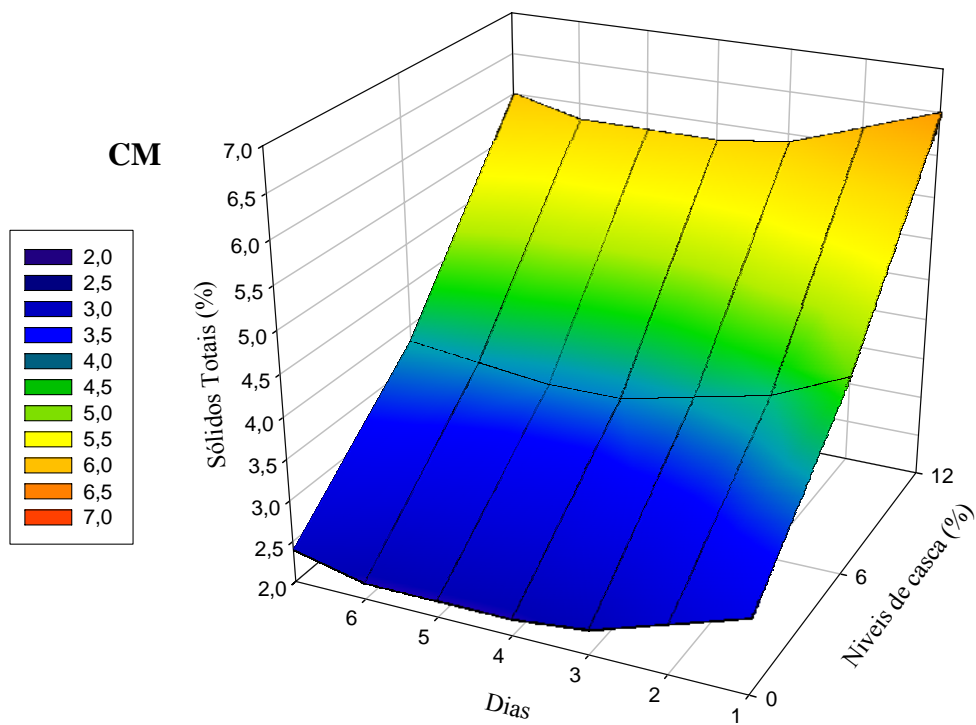
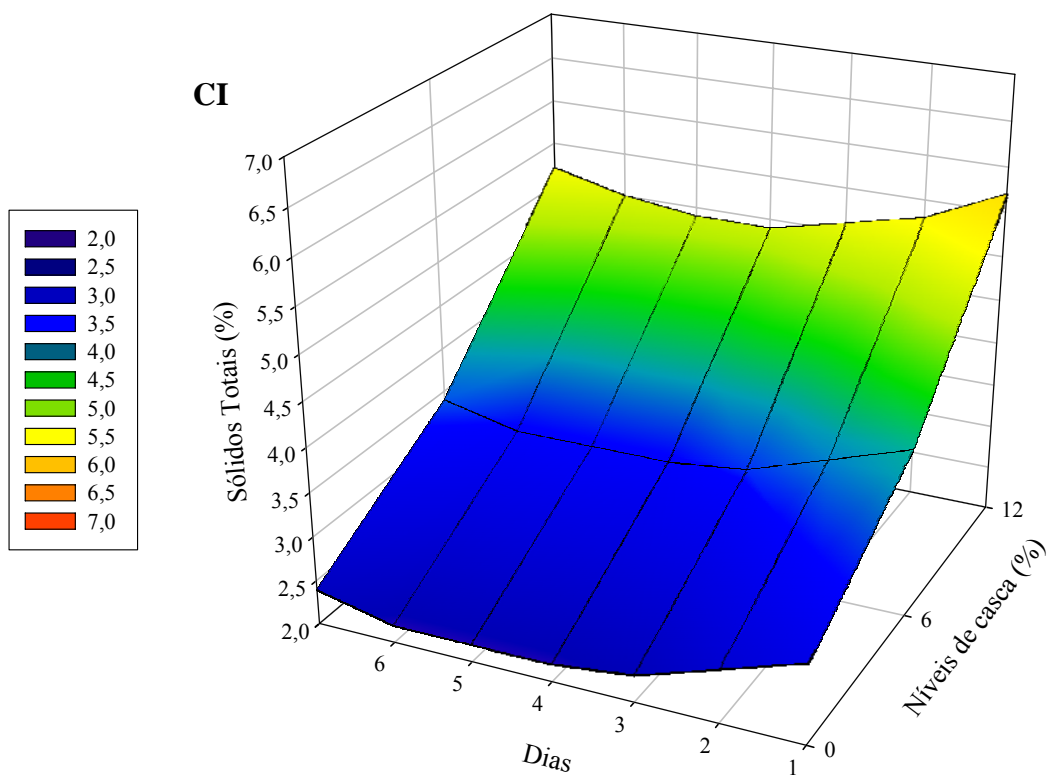
O valor médio de sólidos totais foi de 38630,0 mg/L, sendo que na literatura são encontrados resultados que variam de valores de 1000 a 110000 mg/L. A inclusão de casca de café promoveu aumento no teor de ST do efluente, podendo considerar que a presença do aditivo pode aumentar as perdas, mas ressalta-se que a produção de efluente é reduzida e não é a única forma de perdas no processo de ensilagem.



$$\hat{Y} = 34453,9 + 1060,3 * CA + 109,5 * CA^2 + 754,1 * CA \text{ PR} - 5324,2 * D + 551,7 * D^2; R^2 = 0,7576$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 3 – Teores de sólidos totais (mg/L) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) e moída (CM) em função dos dias de coleta



$$\hat{Y} = 3,39755 + 0,104273 * CA + 0,010411 * CA^2 + 0,071489 * CA \text{ PR} - 0,520302 * D + 0,054173 * D^2, R^2 = 0,8742$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 4– Teores de sólidos totais (%) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) e moída (CM) em função dos dias de coleta

Para o nitrogênio total (NT) (mg/L) (Figura 5), observou-se efeito quadrático dos dias de coleta (D) e dos níveis de inclusão da casca (CA), bem como efeito da interação entre níveis de casca e processamento (CA PR) ( $P < 0,05$ ). Os valores máximos estimados foram encontrados no quinto (4,8) dia, sendo que os teores foram, respectivamente, 749, 2; 858,1 e 1124, 8 mg/L para 0; 6 e 12% de casca de café inteira e de 749, 2; 878,4 e 1164,4 mg/L para 0; 6 e 12% de casca de café moída. Bernardino (2003) encontrou efeito linear positivo dos dias de coleta para a concentração de NT de silagem de capim de capim-elefante, sendo que foi estimado 790,3 mg/L para o primeiro dia e acréscimo de 6,035 mg/L de NT por dia de coleta. Loures (2000), trabalhando com silagem de capim-elefante com 13% de MS, também encontrou efeito quadrático dos dias de coleta para a concentração de NT, sendo que os teores máximos variaram de 1177,8 a 1644,7 mg/L para as diferentes compactações estudadas e foram encontrados no quinto dia. Bernardes et al. (2003) encontraram aumentos nos teores de NT do efluente de silagens de capim-marandu com a inclusão de polpa cítrica peletizada, verificando que no quarto dia ocorreram os maiores valores de NT. Para silagens de gramíneas de clima temperado, Haigh (1999) relatou que os valores de NT do efluente se encontram entre 1000 e 5000 mg/L.

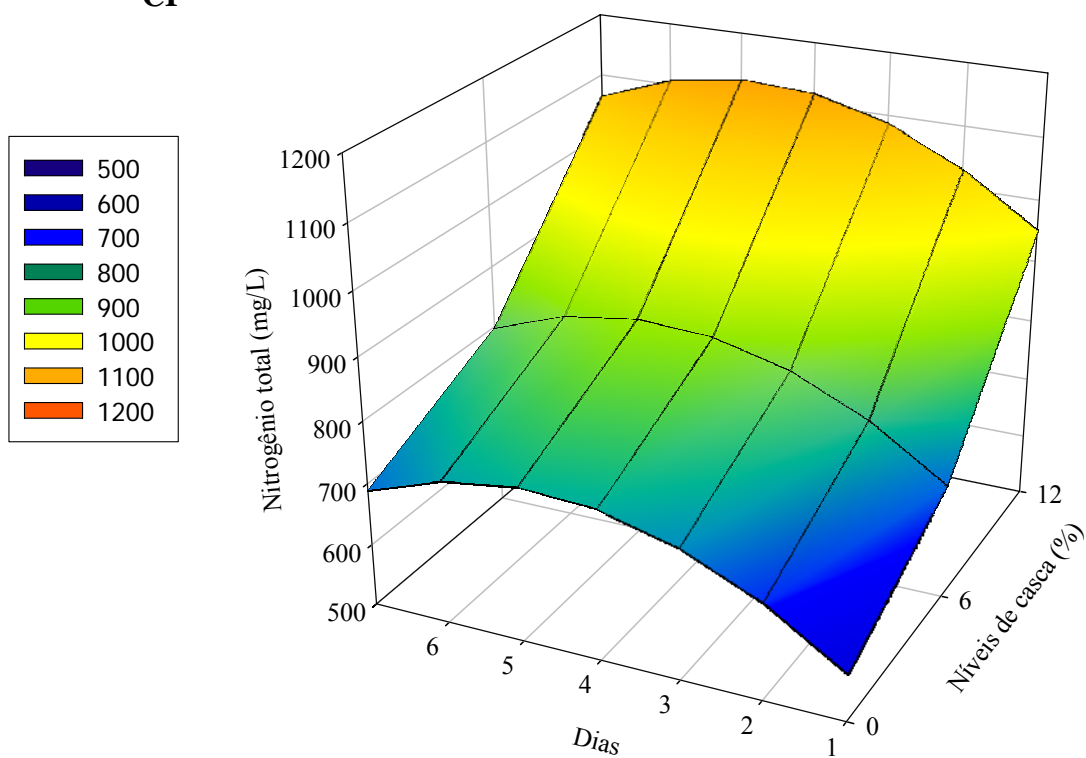
De acordo com a Figura 6, pode-se observar que houve efeito do processamento (PR) e efeito quadrático dos dias de coleta (D) ( $P < 0,05$ ) para os teores de cálcio (Ca) das silagens. Não houve efeito significativo dos níveis de inclusão de casca de café. Os teores mínimos de 3,6 mg/L para a casca inteira e de 3,5 mg/L para a moída ocorreram no quinto (5,2 e 4,6, respectivamente) dia. Os valores de Ca encontrados foram muito baixos, sendo que Loures (2000) e Bernardino (2003) não encontraram a presença de Ca no efluente das silagens de capim-elefante. Loures (2000) relatou que este fato

provavelmente se deve à imobilidade deste mineral no tecido vegetal. Observa-se ainda (Figura 6) que o processamento da casca diminuiu os teores de Ca no efluente.

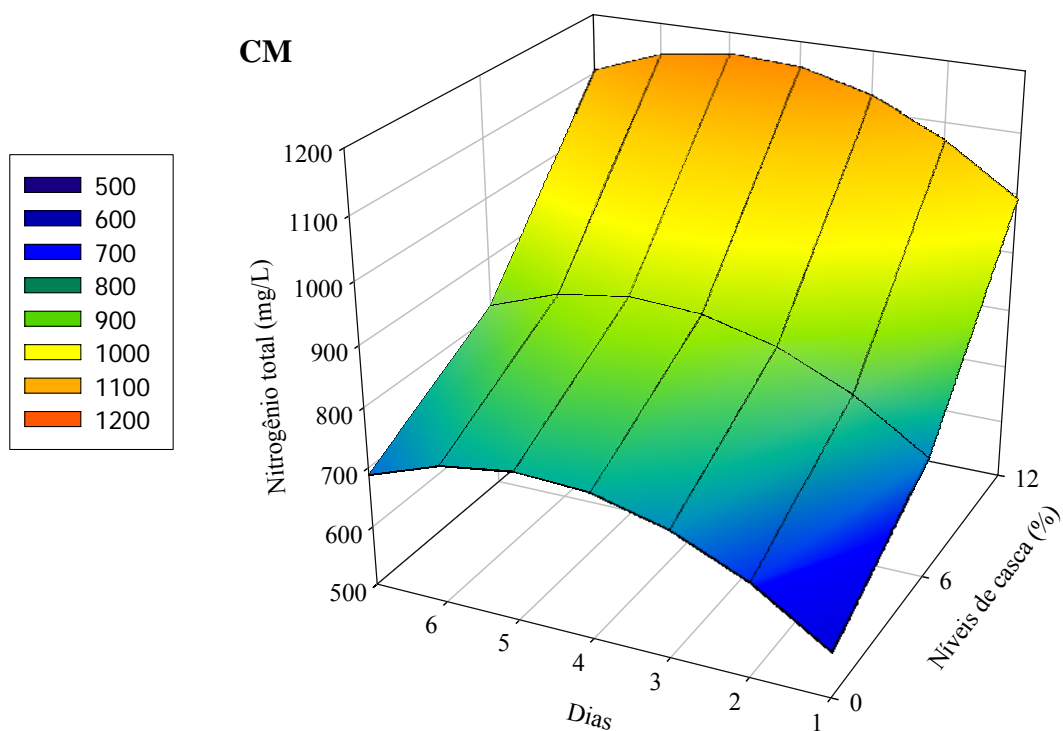
Observa-se na Figura 7 que os teores de magnésio (Mg) no efluente apresentaram efeito quadrático dos dias de coleta (D) e incremento com a inclusão de casca de café (CA) ( $P < 0,05$ ). Estimou-se os teores máximos de 304,2; 375,9 e 447,8 mg/L respectivamente para a inclusão de 0; 6 e 12% de casca, no quarto (3,7) dia. Por outro lado, Bernardino (2003), trabalhando com silagem de capim-elefante encontrou efeito linear em função dos dias de coleta, sendo o teor de 183,7 mg/L no primeiro dia e decréscimo de 1,079 mg/L por dia. Loures (2000) não detectou efeito dos dias de coleta do efluente de silagem de capim-elefante com diferentes compactações nos teores de Mg, sendo que o valor médio foi de 0,3997% da MS.

Para os valores de potássio (K) não se detectou efeito dos níveis de inclusão, processamento e dos dias de coleta do efluente, sendo o valor médio de 6285,71 mg/L. Bernardino (2003) também detectou o mesmo comportamento deste mineral para o efluente de silagem de capim-elefante, sendo que o valor médio foi mais baixo, de 4323,6 mg/L. Diferentemente, Loures (2000) verificou que os teores máximos deste elemento para todos os níveis de compactação estudados foram observados no quarto dia de coleta de efluente.

CI



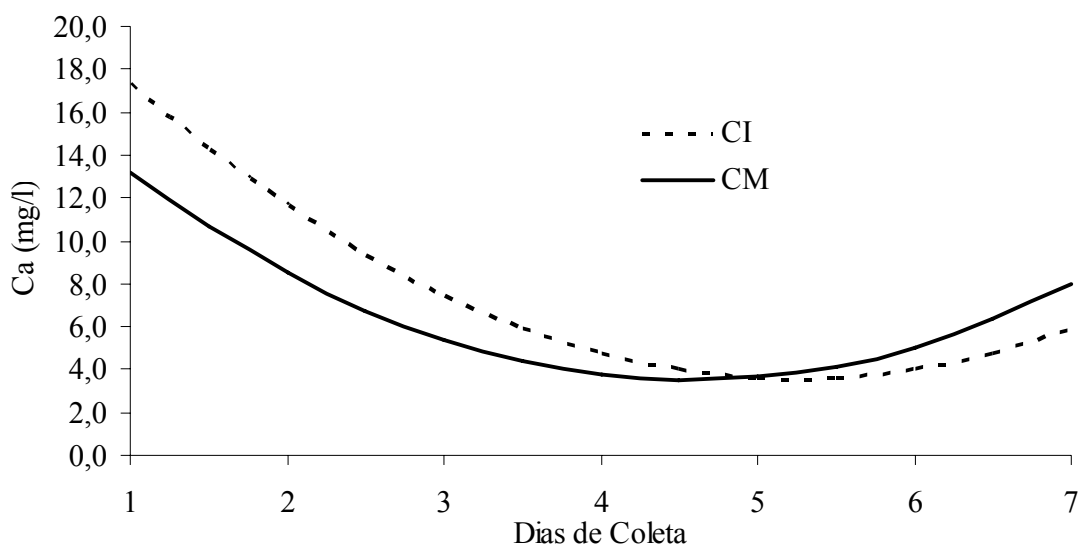
CM



$$\hat{Y} = 471,162 + 5,08972 * CA + 2,17666 * CA^2 + 3,39565 * CA PR + 116,609 * D - 12,2274 * D^2; R^2 = 0,7878$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

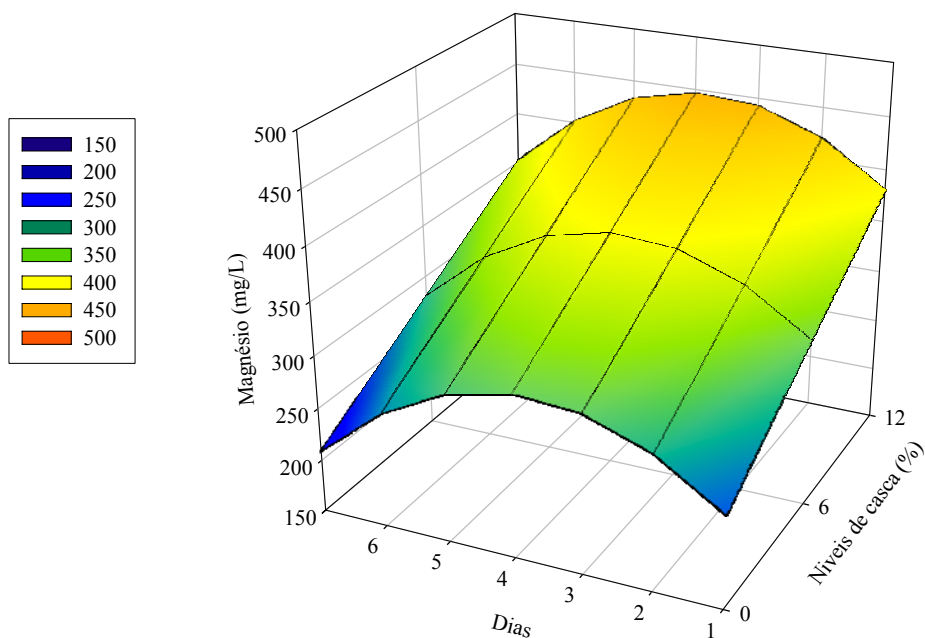
Figura 5– Teores de nitrogênio total (mg/L) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) e moída (CM) em função dos dias de coleta



$$\hat{Y} = 24,5909 - 5,17637 * PR - 8,00709 * D + 0,76235 * D^2 + 1,03968 D PR; R^2 = 0,2266$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 6 - Teores de cálcio (mg/L) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) e moída (CM) em função dos dias de coleta

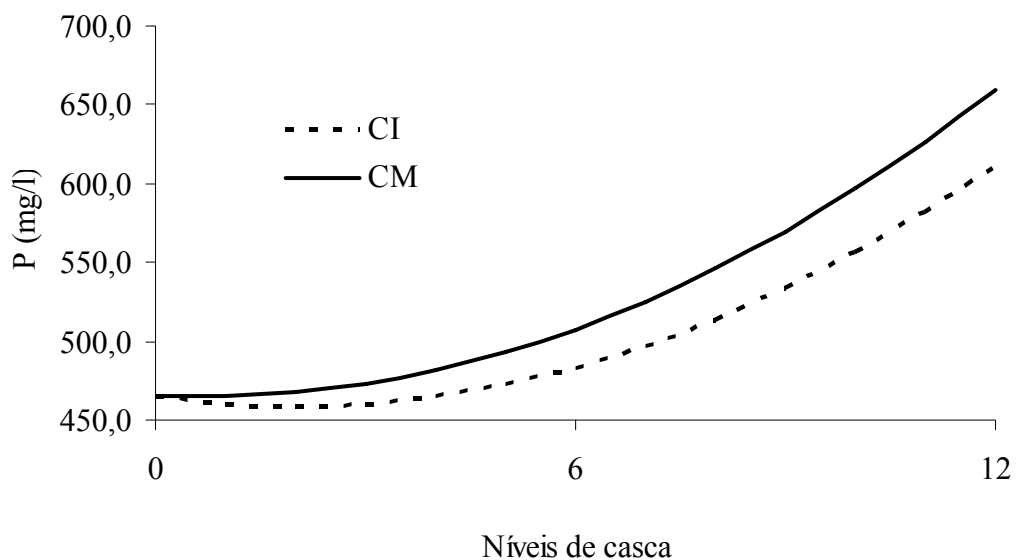


$$\hat{Y} = 179,285 + 11,9643 * CA + 66,9282 * D - 8,96498 * D^2; R^2 = 0,6761$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 7 - Teores de magnésio (mg/L) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café em função dos dias de coleta.

Os dias de coleta (D) não influenciaram os teores de fósforo P ( $P>0,05$ ), que apresentaram apenas efeito dos níveis de casca de café (CA) e da interação entre níveis e processamento (CA PR) ( $P<0,05$ ), conforme a Figura 8. O efluente das silagens com casca moída apresentou teores mais elevados de P, sendo que este fato pode ser explicado pela menor produção de efluente neste tratamento. De maneira semelhante, Bernardino (2003) verificou que os teores de P do efluente da silagem de capim-elefante não alteraram em função dos dias de coleta, encontrando um valor médio de 429,7 mg/L. Mas estes resultados divergem dos encontrados por Loures (2000), que observou incrementos dos teores de P no efluente com o passar dos dias, em silagens de capim-elefante.



$$\hat{Y} = 465,214 - 6,12123 * CA + 1,52257 * CA^2 + 4,04424 CA PR; R^2 = 0,5071$$

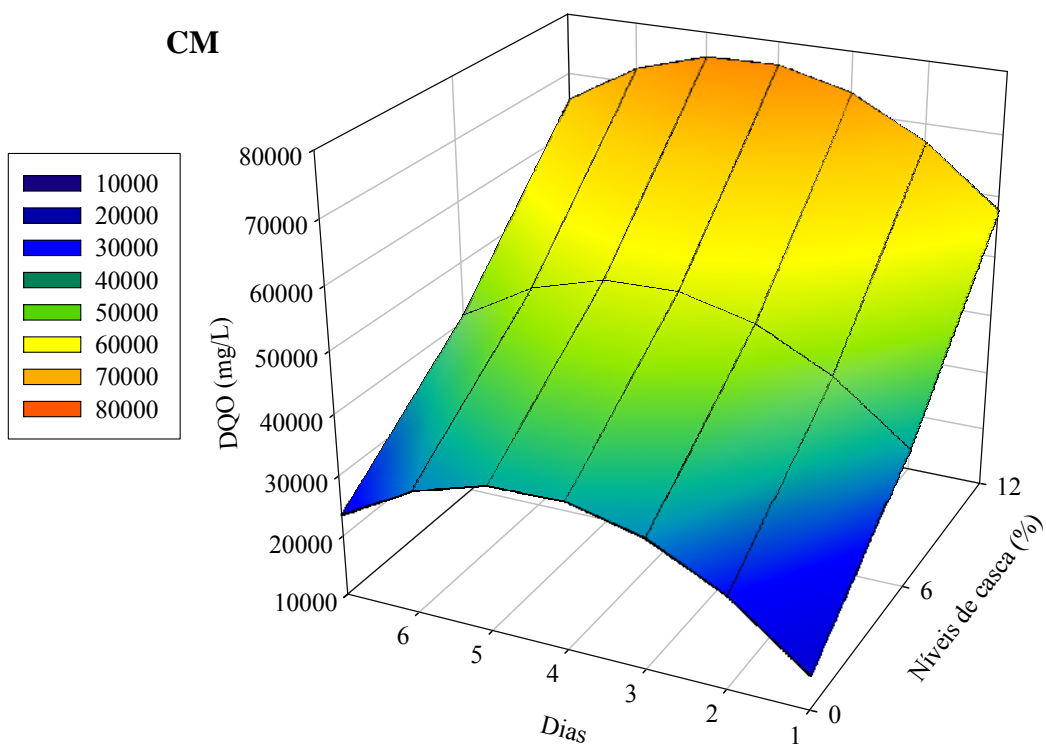
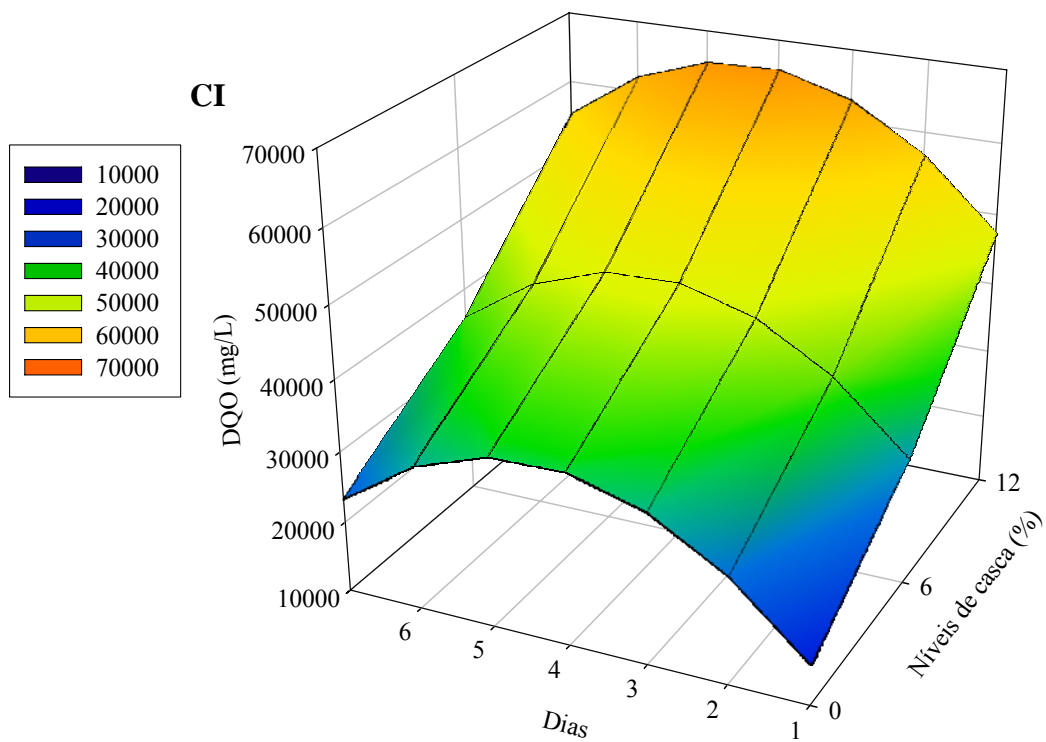
\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 8 - Teores de fósforo (mg/L) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de casca de café inteira (CI) ou moída (CM)

Os dias de coleta (D), níveis de inclusão de casca (CA), processamento (PR) e interação entre nível e processamento (CA PR) ( $P < 0,05$ ) influenciaram os teores de demanda química de oxigênio (DQO) (Figura 9). No quarto dia (4,04) ocorreram os valores máximos estimados de DQO, sendo, de 34178,6; 46523,2 e 65907,0 mg O<sub>2</sub>/L para os níveis de 0, 6 e 12% de casca inteira e de 34178,6; 51669,3 e de 76199,2 mg O<sub>2</sub>/L para os níveis de 0, 6 e 12% de casca moída, respectivamente. De maneira semelhante a este experimento, Hamelers et al. (1999) encontraram aumento na DQO com a adição de níveis crescentes de polpa de beterraba à silagem de milho, com valores de 84; 114; 112; 141 e 161 g O<sub>2</sub>/L, respectivamente para 0; 2; 7; 13 e 18% de inclusão de aditivo. Contrastando com esses resultados, Bernardino (2003) e Loures (2000) não encontram influência do dia de coleta no valor de DQO de silagens de capim-elefante sem aditivo, com valores médios de 38334,0 e 31138,2 mg O<sub>2</sub>/L, respectivamente.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) também teve efeito dos dias de coleta (D), níveis de inclusão (CA), processamento (PR) e interação entre nível e processamento (CA PR) ( $P < 0,05$ ), o que pode ser observado na Figura 10. No sexto (5,7) dia foram verificados os valores máximos estimados de DBO, sendo, de 14678,0; 18427,4 e 26566,2 mg O<sub>2</sub>/L para os níveis de 0, 6 e 12% de casca inteira e de 14678,0; 20654,3 e de 31020,0 mg O<sub>2</sub>/L para os níveis de 0, 6 e 12% de casca moída, respectivamente. Bernardino (2003) e Loures (2000) não encontraram influência dos dias de coleta no valor de DBO. Contrastando com os resultados destes autores, Bernardes et al. (2003) para silagem de capim-marandu, encontraram significância nos valores de DBO para os diferentes dias de coleta, sendo que os maiores valores foram encontrados no quarto dia. Também verificaram incremento na DBO do efluente da silagem de capim-marandu com a inclusão de polpa cítrica peletizada, com valores

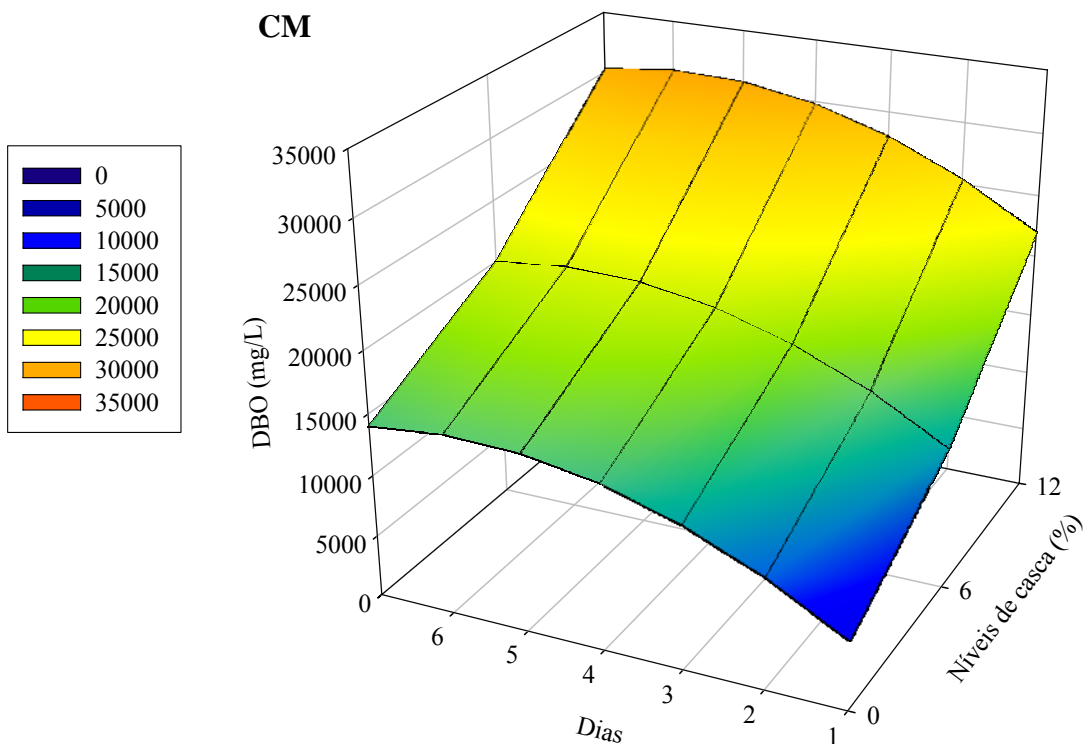
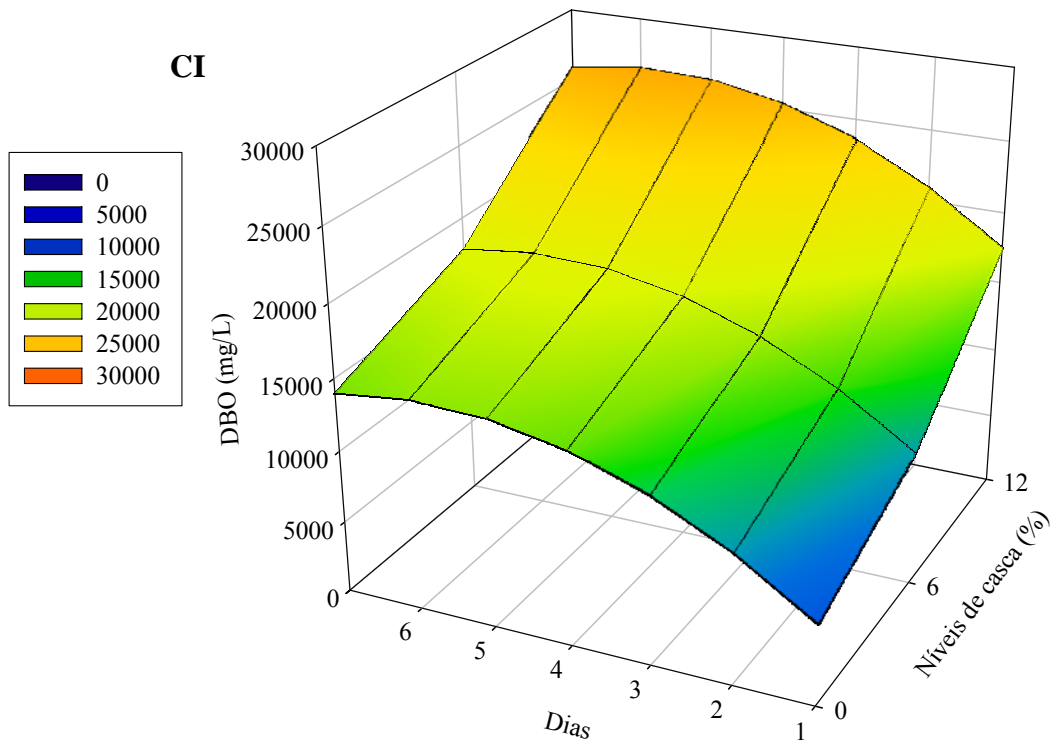
máximos de 13900; 22000 e 487000 mg O<sub>2</sub>/L para silagens com 0, 5 e 10% de adição, respectivamente. Woolford (1978) relatou que a DBO do efluente de silagem é de 90000 mg O<sub>2</sub>/L, enquanto que a DBO do esgoto doméstico é de apenas 500 mg O<sub>2</sub>/L. Os valores encontrados de DQO e DBO neste trabalho e na literatura nacional são bem inferiores aos encontrados na literatura internacional, mas ainda são bastante elevados, pois segundo COPAM (1986) e FEAM (1998), a legislação brasileira estipula que os valores máximos de DBO e DQO sejam de 60 e 90 mg O<sub>2</sub>/L, respectivamente, para os esgotos e dejetos lançados em cursos de água e rios.



$$\hat{Y} = 3011,53 + 1470,84 \cdot CA + 97,7661 \cdot CA^2 + 857,685 \cdot CA \cdot PR + 14245,8 \cdot D - 1616,99 \cdot D^2; R^2 = 0,8186$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 9 - Teores de demanda química de oxigênio (DQO) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão da casca inteira (CI) e moída (CM) em função dos dias de coleta



$$\hat{Y} = 1372,38 + 259,129 \cdot CA + 60,9632 \cdot CA^2 + 371,151 \cdot CA \cdot PR + 4645,48 \cdot D - 405,477 \cdot D^2; R^2 = 0,7903$$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t"

Figura 10 - Teores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do efluente da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão da casca de café inteira (CI) ou moída (CM) em função dos dias de coleta

## **Conclusões**

A casca de café foi eficiente em reduzir a produção de efluente, sendo que as inclusões de 18 e 24% de casca moída ou inteira praticamente não produziram efluente.

A casca de café moída foi efetiva em reduzir a produção de efluente, para os menores níveis de inclusão de casca. Para maiores quantidades de adição do aditivo, a produção de efluente foi semelhante.

A composição do efluente foi influenciada pelos níveis de inclusão de casca de café, processamento e dias de coleta do efluente. A inclusão de casca de café inteira ou moída promoveu aumento no teor de sólidos totais, nitrogênio total, magnésio, fósforo, DQO e DBO no efluente. A inclusão da casca moída apresentou teores maiores de sólidos totais, nitrogênio total, fósforo, DQO e DBO no efluente do que a casca inteira.

## Referências Bibliográficas

- BERNARDES, T. F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (hochst ex. a. rich) stapf cv. marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada.** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2003, 108 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - FCAV/UNESP, 2003.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; AMARAL, R. C. et al. Produção e composição do efluente das silagens de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) submetidas à adição de polpa cítrica peletizada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.
- BERNARDINO, F. S. **Produção e composição do efluente e valor nutritivo da silagem de capim elefante com diferentes níveis de casca de café.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 42 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- COPAM. **Legislação ambiental.** 3ª ed. Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 183 p. 1986.
- FEAM. Licenciamento ambiental: Coletânea de legislação. In: **Manual de saneamento e proteção ambiental para municípios.** Belo Horizonte: FEAM, 1998. 332 p.
- HAIGH, P. M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and forage science**, v. 54, p. 208-218, 1999
- HAMELERES, A.; LEACH, K. A.; OFFER, N. W. et al. The effects of incorporating sugar beet pulp with forage maize at ensiling on silage fermentation and effluent output using drum silos. **Grass and forage science**, v. 54, p. 322-335, 1999.
- JONES, R.; JONES, D. I. H. The effect of in-silo effluent absorbent on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 64, p. 173-186, 1996.
- LOURES, D. R. S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim- elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cv. Cameroon.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- NUSSIO, L. G., PAZIANI, S. F., NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, p. 60-99.
- PEREIRA, O. G.; BERNARDINO, F. S. Controle de efluentes na produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 509-545.
- SILVA, M. O. S. A. **Análises físico-químicas para controle de estação de tratamento de esgotos.** São Paulo: CETESB, 1977. 266 p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2002. 235 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1.** Viçosa, MG. 1997. 150 p. (Manual do Usuário).

WOOLFORD, M. K. The problem of silage effluent. **Herbage Abstracts**, v. 48, p. 397-403, 1978.

## CONCLUSÕES

A casca de café foi eficiente como aditivo absorvente, reduzindo o teor de umidade das silagens de capim-elefante com 12,72% de matéria seca. A inclusão da casca de café ainda melhorou as características fermentativas da silagem, proporcionando um valor de pH adequado e reduzindo os valores de nitrogênio amoniacal e a produção de efluente.

A inclusão da casca de café inteira na ensilagem do capim-elefante com 12,72% de matéria seca não comprometeu o valor da composição bromatológica da silagem, garantindo a produção de silagem de boa qualidade.

A inclusão da casca de café moída nos níveis de 0, 6 e 12% foi mais efetiva em reduzir a produção de efluente do que a casca de café inteira nos mesmos níveis. Para os níveis de 18 e 24% de inclusão, a casca de café inteira teve a mesma eficiência da casca de café moída, na redução da produção de efluente.

Recomenda-se a sua utilização da casca de café inteira na ensilagem de capim-elefante, quando a inclusão for superior a 18% (base de matéria natural).