

# CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE POLPA DE CAFÉ COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CASCA DE CAFÉ<sup>1</sup>

ADAUTO FERREIRA BARCELOS<sup>2</sup>, VALDIR BOTEGA TAVARES<sup>3</sup>, JOSÉ RODOLFO REIS DE CARVALHO<sup>2</sup>, CLENDERSON CORRADI DE MATTOS GONÇALVES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parte do projeto AGROMINAS financiado pela SEAPA e FAPEMIG APQ-4629-5.04/07. Recebido para publicação em 02/08/12. Aceito para publicação em 12/11/13.

<sup>2</sup>Unidade Regional EPAMIG Sul de Minas (URESM), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA), Estrada Lavras Ijaci, Km 2, Caixa postal 176, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil. E-mail: [adauto.barcelos@epamig.ufla.br](mailto:adauto.barcelos@epamig.ufla.br)

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas, Campus Rio Pomba, Av. Dr. José Sebastião da Paixão s/n, Bairro Lindo Vale, CEP 36180-000, Rio Pomba, MG, Brasil.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição química e as características fermentativas de silagens da polpa de café com diferentes proporções de casca de café. O material foi ensilado em PVC de 150 mm de diâmetro por 750 mm de altura, segundo os tratamentos: polpa de café (PC), PC + 20% de casca de café (CC), PC + 40% de CC e PC + 60% de CC, segundo delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Os silos foram abertos 60 dias após o fechamento, quando foram retiradas amostras para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose, pH, N-NH<sub>3</sub>, cafeína, cálcio (Ca), fósforo (P) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS). Determinou-se também a produção de efluentes e de gás. Houve um aumento linear no teor de MS e pH, à medida que foi adicionado casca de café nas silagens, e decréscimo linear nos teores de PB, FDN e FDA, lignina, celulose, cafeína, Ca e P. Esse decréscimo ocorreu pelo fato da casca de café possuir teores inferiores ao da polpa para PB, FDN, FDA, cafeína, Ca e P. Houve também redução linear nos valores de N-NH<sub>3</sub>, e somente a silagem com maior porcentagem de casca de café obteve valor inferior a 10%, considerado como limite para silagem de boa qualidade. A produção de efluentes foi maior para a silagem de polpa de café sem casca e não se obteve nenhuma produção na silagem com 60% de casca. Não houve diferença significativa na DIVMS entre os tratamentos. A casca de café foi efetiva em aumentar o teor de MS da silagem de PC e em reduzir os teores de FDN, FDA, N-NH<sub>3</sub>, proporcionando silagem de valor nutritivo satisfatório à alimentação de bovinos, criando, assim, alternativa para aproveitamento desses resíduos. Ao considerar o teor de MS encontrado nas silagens, a melhor quantidade de casca de café a ser acrescentada à polpa de café, para produção de silagem está entre 30% e 35%.

Palavras-chave: digestibilidade, efluente, fermentação, pH, proteína, resíduo agrícola.

## FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF COFFEE PULP SILAGE WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF COFFEE HULLS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the chemical composition and fermentation characteristics of the coffee pulp silages with different proportions of coffee hulls. The material was ensiled in PVC with 150 mm diameter by 750 mm high, according to the treatments: coffee pulp (CoP), CoP + 20% of coffee hulls (CH), CoP + 40% of CH and CoP + 60% CH in a completely randomized design with six replications. The silos were opened 60 days after closing, when samples were taken for determination of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin, cellulose, pH, N-NH<sub>3</sub>, caffeine, calcium (Ca), phosphorus (P) and *in vitro* digestibility of dry matter. We also determined gas production and effluent. There was a linear increase in DM content and pH, and a linear decrease of CP, NDF and ADF, lignin, cellulose, caffeine, Ca and P. This reduction occurs because the coffee hulls have lower levels than pulp to CP, NDF, ADF, caffeine, Ca and P. There was also a linear reduction in N-NH<sub>3</sub> values, and

only the highest percentage of silage with coffee hulls obtained below 10%, considered as the limit for good quality silage. Effluent production was higher for silage shelled coffee pulp and do not get any production in silage with 60% coffee hull. There was no significant difference in vitro digestibility of dry matter among treatments. The coffee hulls was effective in increasing DM content of CoP silage and to reduce NDF, ADF, N-NH<sub>3</sub>, providing nutritional value of silage satisfactory for cattle feed, creating an alternative for recovery of such waste. When considering the DM content found in silages, the amount of bark best coffee to be added to coffee pulp for the production of silage is between 30% and 35%.

Keywords: digestibility, effluent, fermentation, pH, protein, agricultural residue.

## INTRODUÇÃO

Nos países da América Latina produtores de café, o tipo de beneficiamento utilizado no qual o café cereja é despolpado gera um subproduto chamado de polpa. No Brasil, o processo de secagem mais comum é feito ao sol ou em secadores mecânicos, e produz um resíduo denominado casca ou palha de café, mas o beneficiamento por via úmida do café cereja tem sido intensificado nos últimos anos gerando também a polpa de café, transformando-se em problema, com implicações para a saúde pública e para o meio ambiente, pelo perigo de contaminação por microrganismos que se multiplicam no processo de putrefação.

A diferença básica entre casca e polpa de café, segundo BARCELOS e GONÇALVES (2011), é a presença ou não do endocarpo ou pergaminho. A casca ou palha de café é composta de epicarpo (casca), mesocarpo (polpa ou mucilagem), endocarpo (pergaminho); enquanto a polpa de café é composta por epicarpo (casca) e mesocarpo (polpa ou mucilagem). No processo de despolpa mecânica do café cereja, o endocarpo ou o pergaminho fica sobre o grão como forma de proteção, dando, assim, melhor qualidade à bebida do café. Segundo BARCELOS *et al.* (2002), as diferenças básicas entre esses materiais são que a casca é obtida seca e contém o pergaminho. Entretanto, a polpa é úmida e não possui o pergaminho, pois este fica envolto no grão de café como forma de proteção. O pergaminho, que representa de 28,7% a 38,8% da casca, dependendo da variedade, é o componente fibroso com valores de FDN e FDA, que variam de 75,7% a 89,3% e 62,3% a 80,8%, respectivamente, conforme a variedade (TEIXEIRA, 1999).

A utilização de resíduos agrícolas e da agroindústria na alimentação de bovinos, visando à redução de custos com a alimentação, é objeto de estudos em várias pesquisas. A casca de café, principalmente por sua disponibilidade nos Estados e regiões produtoras de café. Na safra de 2012, o Brasil pro-

duziu 50,83 milhões, e Minas Gerais, 26,94 milhões de sacas de café beneficiado (CONAB, 2013). Essa produção gerou, respectivamente, 3,05 milhões e 1,62 milhão de toneladas de casca de café, considerando a relação de café beneficiado:casca de 1:1, (BARTHOLO *et al.*, 1989), material que, em parte, retorna às lavouras de café como adubo orgânico e fonte de potássio (K) ou se perde por não ter utilização. O aproveitamento desse resíduo na alimentação de bovinos, além de gerar esterco para adubação de cafezais, poderá reduzir o custo com alimentação destes animais.

O uso da casca de café na alimentação de bovinos está se tornando rotineiro entre os pecuaristas, tendo em vista sua grande disponibilidade nas regiões produtoras, e as pesquisas mostraram ser possível utilizar consideráveis quantidades desse resíduo, com significativa redução nos custos da alimentação bovina (BARCELOS *et al.*, 1997a; BARCELOS *et al.*, 1997b; BARCELOS e GONÇALVES, 2011).

O principal fator que limita a utilização da polpa de café como possível alimento para bovinos é sua alta porcentagem de água, o que dificulta o manejo, o transporte e o armazenamento. Esse baixo teor de matéria seca (MS) favorece a atuação de microrganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis pelas maiores perdas por fermentação, tanto em relação ao teor de MS (50%) como de energia (18%) (McDONALD *et al.*, 1991). Portanto, para obter o seu armazenamento na forma de silagens de melhor qualidade, as restrições quanto à umidade excessiva devem ser corrigidas com uso de aditivos sequestrantes de umidade, como a casca de café. A redução de umidade da polpa de café para produção de silagem é uma proposta de solução prática, para aproveitamento desse resíduo na alimentação de ruminantes, principalmente ensilando-a com outro material de maior teor de MS, como a casca de café.

Segundo JONES e JONES (1996), a capacidade de retenção de umidade dos aditivos absorventes pode

variar com o tipo de material utilizado, observando-se que materiais com maior lignificação têm maior capacidade de retenção de água, que é o caso da casca de café. Entretanto, de acordo com esses autores, apesar de altamente absorventes, esses aditivos reduzem o valor nutritivo da silagem.

Como informa SILVA e QUEIROZ (2006), a técnica da fermentação *in vitro* não se destina a considerar a composição química da forragem, mas, principalmente, a estimar sua digestibilidade. Pelos resultados existentes na literatura, pode-se observar que são divergentes e estas diferenças podem estar relacionadas com as cultivares de café e com o local de onde se obteve o material, processos de preparação como secagem, se em terreiro ou secador mecânico, e a forma de beneficiamento, principalmente para produção da casca de café. Máquinas beneficiadoras potentes podem fazer uma separação melhor entre o endocarpo (pergaminho) e o epicarpo e mesocarpo (casca e polpa). Neste sentido, o produto final, ao ser recolhido, teria maior quantidade de epicarpo e mesocarpo. Se ocorrer o contrário, ou seja, no beneficiamento do café o pergaminho permanecer na casca, a qualidade desse resíduo pode ficar comprometida.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as silagens da polpa de café acrescidas de diferentes proporções de casca de café, quanto as suas características fermentativas, perdas e composição bromatológica, visando à alimentação de ruminantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experi-

mental de Três Pontas da EPAMIG, MG, no período de junho a setembro de 2007.

Foram utilizados silos de PVC, medindo 150 mm de diâmetro por 750 mm de comprimento, onde os materiais foram ensilados com base na matéria original, conforme os tratamentos a seguir.

Tratamento 0% CC = 100% Polpa de café (PC) + 0% de Casca de Café (CC);

Tratamento 20% CC = 80% PC + 20% de CC;

Tratamento 40% CC = PC + 40% de CC - 40% de CC;

Tratamento 60% CC = PC + 60% de CC - 60% de CC.

O processo de preparo do material para ensilagem foi feito misturando a casca de café à polpa segundo os tratamentos; em seguida, o material foi colocado nos silos. O material foi ensilado sem nenhum tratamento ou moagem e compactado de maneira que se obtivessem, aproximadamente, 550 kg/m<sup>3</sup>. Após o enchimento, os silos foram fechados com tampa de PVC, dotada de válvulas tipo Bunsen, e lacrados com fita adesiva. A polpa e a casca foram obtidas da despolpa úmida do café cerejea e, a casca, da limpeza do café colhido nas lavouras da Fazenda Experimental de Três Pontas (FETP) da EPAMIG, situada no município de Três Pontas.

Foram coletadas amostras do material e das misturas para ensilagem antes desse processo, para avaliar sua composição bromatológica, cujos dados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição percentual da polpa e da casca de café utilizadas na produção das silagens, expressas na matéria seca (%)

Item	Polpa de café	Casca de café
Matéria seca	22,41	84,07
Proteína bruta	15,06	9,66
Fibra em detergente neutro	62,71	58,85
Fibra em detergente ácido	40,88	47,33
Lignina	18,84	15,39
Hemicelulose	11,83	11,52
Celulose	32,04	31,94
Cafeína	1,00	1,10
Cálcio	0,44	0,35
Fósforo	0,14	0,10
Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS	61,87	56,94

Os silos foram abertos 60 dias após o fechamento, quando foram retiradas as amostras. Parte destas foi secada em estufa a 55 °C, com ventilação forçada por 72 horas, em seguida moída em moinho com peneira de crivos de 2 mm, para determinação dos teores de MS, PB, FDN, FDA, lignina, Ca, P e DIVMS conforme SILVA e QUEIROZ (2006) e a cafeína segundo AOAC (1990). A FDN e FDA foram determinadas usando cadinhos de vidro filtrantes e aparelho digestor. A celulose foi calculada pela diferença entre a FDN e a lignina. Outra parte das amostras foi submetida à prensa hidráulica com pressão de 2 kgf/cm<sup>3</sup>, para obtenção dos extratos das silagens para determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), segundo AOAC (1990). O pH foi medido com peagâmetro digital, conforme SILVA e QUEIROZ (2006) onde 9 g de silagem fresca foi colocado em um béquer com 60 mL de água destilada e a leitura feita após repouso de 30 minutos e aferição do medidor de pH com soluções-padrão de pH 4 e 7.

A medida de produção de efluentes foi realizada coletando-os em recipientes plásticos que foram pesados diariamente até não haver mais produção de efluente. Não houve abertura dos silos para medição da dinâmica de produção de efluentes, só foram abertos ao final do experimento ou seja, 60 dias após o enchimento. Todos os silos foram pesados após serem lacrados e antes de serem abertos. A diferença entre essas pesagens subtraída da produção de efluentes foi considerada como a produção de gases.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Os dados foram analisados utilizando-se pacote estatístico do Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (Sisvar), segundo FERREIRA (2000). Quando verificado efeito significativo dos tratamentos a 5%, os dados foram submetidos à análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A MS, o pH e a concentração de N-NH<sub>3</sub> em porcentagem do nitrogênio total (NT) são parâmetros indicativos de boa fermentação e alguns dos indicadores da qualidade das silagens. O termo qualidade da silagem é usado para caracterizar a extensão do processo fermentativo, se este aconteceu de forma adequada e não para designar seu valor nutritivo, que é função de outros parâmetros.

Neste estudo, os valores de MS e pH aumentaram linearmente ( $P < 0,0001$ ) com o aumento da casca de café na silagem de polpa de café (Tabela 3). Para a MS, esse aumento foi estimado em 0,73%, para cada unidade de casca de café acrescida à silagem. Considerando que os valores de MS para uma boa silagem devem estar entre 28% e 35% (PIRES *et al.*, 2009), a quantidade estimada pela equação de regressão para a quantidade de casca de café a ser adicionada à polpa pode variar de 22% a 31%. Em relação ao pH, o aumento estimado foi de 0,04 por unidade percentual de casca de café adicionada. Segundo McDONALD (1981) a faixa de pH considerada ideal para uma fermentação adequada de silagem deve estar entre 3,8 e 4,2. Assim, os valores encontrados neste trabalho podem ser considerados adequados, com exceção da silagem de polpa sem a casca de café.

Outro parâmetro que ajuda a avaliar a qualidade da silagem é o N-NH<sub>3</sub>, produto resultante da fermentação da proteína do material ensilado. Neste trabalho, os valores decresceram linearmente ( $P < 0,0120$ ) com o aumento da inclusão da casca de café na silagem de polpa de café, na proporção de 0,32% para cada unidade de casca de café acrescentada à silagem (Tabelas 2 e 3). No entanto, somente a silagem com maior porcentagem de casca de café teve valor inferior a 10%, considerado como limite para silagem de boa qualidade. Para VAN SOEST (1994), silagens classificadas de boa qualidade têm valores de N-NH<sub>3</sub> inferiores a 10%, pois, assim, durante o processo de fermentação não ocorre quebra excessiva da proteína em amônia. Para McDONALD *et al.* (1991), as bactérias acidoláticas podem agir como proteolíticas quando o ambiente é limitado de nutriente ou tem baixo poder de síntese de aminoácidos. Esta pode ser uma explicação para o fato das silagens apresentarem altos valores para N-NH<sub>3</sub>. Segundo WOOLFORD (1984) quando há condição ácida suficiente, microrganismos indesejados são inibidos. Isso parece não ter ocorrido neste estudo, pois existiram as condições ácidas com pH que variaram de 3,64 a 4,16 e o N-NH<sub>3</sub> de 13,73% a 9,40% do NT, respectivamente para as silagens com 0% e 60% de casca de café.

Outros fatores que podem medir a qualidade de silagem do ponto de vista fermentativo são produção de efluentes e gases. Neste trabalho, estas variáveis reduziram linearmente com o aumento da casca de café na silagem de polpa de café, conforme mostram as Tabelas 2 e 3. Como era esperado, a produção de efluente foi maior ( $P < 0,0011$ ) na silagem de polpa sem casca de café com 12,27% de MS, enquanto com 60%

de casca de café (53,48% de MS) não foi observado efluente. Esta redução estimada foi de 1,06% para cada unidade percentual de casca de café adicionada. Observou-se que a produção de efluente, na silagem sem casca de café, ocorreu nos primeiros sete dias, sendo a maior produção nos dois primeiros dias. Nas demais silagens, a produção ocorreu so-

mente nos três primeiros dias. Isso pode indicar que a casca de café, embora considerada material higroscópico, pode ter levado este prazo para absorver a umidade da polpa de café. No caso da silagem com 60% de casca de café, o material, inicialmente, já tinha maior teor de MS, o que não produziu efluente.

**Tabela 2. Valores de matéria seca (MS), pH, produção de efluentes (PE), produção de gás (PG), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), cafeína, cálcio e fósforo das silagens de polpa de café úmida com diferentes proporções de casca de café**

Tratamentos	MS (%)	pH	PE (%)	PG (%)	N-NH <sub>3</sub> (% NT)	Cálcio (% na MS)	Fósforo (% na MS)
0% de CC	12,27	3,64	16,92	8,19	13,73	0,47	0,15
20% de CC	24,06	3,76	8,39	7,76	13,81	0,43	0,13
40% de CC	46,24	4,09	1,06	6,24	11,02	0,38	0,11
60% de CC	53,48	4,16	0,00	3,19	9,40	0,32	0,11
CV (%)	9,59	1,51	36,81	15,75	19,45	8,09	10,18
P>F	0,0001	0,0001	0,0011	0,0011	0,0120	0,0011	0,0011

**Tabela 3. Efeito do percentual de casca de café em função do pH, produção de efluentes, produção de gás, nitrogênio amoniacal, cafeína, cálcio e fósforo das silagens de polpa de café**

Variáveis	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	P>t (b1)
Matéria seca (MS)	Y = 12,141 + 0,7291X	96,61	0,0001
pH	Y = 3,647 + 0,036X	88,74	0,0001
Produção de efluentes (%)	Y = 14,580 - 1,061X	79,57	0,0011
Produção de gás (%)	Y = 8,894 - 0,340X	97,25	0,0001
Nitrogênio amoniacal (% do N total)	Y = 14,385 - 0,3194X	93,9	0,0017
Cálcio (% na MS)	Y = 0,462 - 0,0086X	83,34	0,0011
Fósforo (% na MS)	Y = 0,1470 - 0,0028X	76,74	0,0011

A produção de efluentes pode ser indicativa de perda de nutrientes na parte líquida. Segundo FARIA *et al.* (2010), as perdas por efluentes reduzem o valor nutricional da silagem, pois na solução existem nutrientes, como carboidratos solúveis, ácidos orgânicos, minerais e compostos nitrogenados solúveis, o que leva a maior proporção dos componentes da parede celular na silagem que são nutricionalmente menos desejáveis.

LOURES *et al.* (2005) verificaram, em silagens de capim-tanzânia, que mais de 80% do total de efluente foi produzido após a primeira semana de coleta, mas o pico de fluxo da produção de efluente ocorreu no primeiro dia de ensilagem. Já LOURES *et al.* (2003), ao trabalharem com silagens de capim-elefante, obser-

varam que o pico de fluxo ocorreu no segundo dia de armazenamento. Assim, a polpa de café ao ser ensilada, perde a água residual rapidamente, enquanto as forragens perdem em um processo mais prolongado, à medida que ocorre a fermentação com quebra das paredes celulares e liberação do fluido celular. Talvez esta seja a explicação mais razoável para a produção rápida de efluentes na silagem com polpa de café.

A produção de gases foi linear e decrescente (P<0,0001), correspondendo a 0,34% por unidade percentual de casca de café acrescida, mostrando que a adição de casca de café foi eficiente em reduzir a produção de gás durante a fermentação das silagens de polpa de café.

Segundo TAVARES *et al.* (2009), as perdas por gases podem ser associadas ao tipo de fermentação que ocorre na ensilagem. Em fermentação via bactérias que utilizam glicose como substrato (homofermentativas), para produzir lactato, as perdas de MS são menores. No entanto, ocorrendo produção de álcool, as perdas por gases são consideráveis. Neste caso, essa fermentação é promovida por bactérias do tipo heterofermentativas, enterobactérias e leveduras.

McDONALD *et al.* (1991) informaram que materiais colhidos e ensilados com excesso de umidade, como nas gramíneas tropicais, as perdas de MS por gases são ainda maiores, decorrentes da fermentação butírica promovida por clostrídios, representando elevadas perdas de MS e energia. Os valores para perdas de gás deste estudo foram inferiores aos encontrados por TAVARES *et al.* (2009), ao trabalharem com silagens de capim-tanzânia em diferentes densidades, quando encontraram valores que variaram de 18% a 14%, à medida que se aumentou a densidade de 400 para 900 kg/m<sup>3</sup>, e de 12% a 10%, quando acrescentou polpa cítrica, respectivamente.

Na Tabela 2, estão apresentados os teores de Ca e P das silagens de polpa com diferentes proporções de casca de café. A análise de variância apresentou efeito significativo (P<0,0011) para as variáveis Ca e P, e, para as equações de regressão, redução linear nos valores desses minerais em função do acréscimo de casca de café na silagem de polpa da ordem de

0,0086% e 0,0028% para o Ca e P, respectivamente, para cada unidade percentual de casca de café acrescida à silagem de polpa de café (Tabela 3). Esta redução pode ser explicada pela diferença entre os teores destes elementos na polpa e na casca de café, pois, segundo BARCELOS e GONÇALVES (2011), a casca de café possui em média menores valores de Ca (0,35% na MS), e menores de P (0,10% na MS) comparados à polpa (0,43% e 0,14% na MS, respectivamente para Ca e P).

Pelos valores encontrados neste estudo (Tabela 2) e considerando as exigências de manutenção de um novilho com 360kg de 9 g para Ca e 7 g para P (NRC, 1996), a casca e a polpa desidratadas não podem ser consideradas boas fontes desses elementos. Outro problema limitante, ao considerar a polpa e casca como fonte desses minerais, é sua biodisponibilidade ou valor biológico para os bovinos não ser conhecida.

Houve efeito significativo (P<0,001) sobre os teores de MS, PB, FDN, FDA, lignina e cafeína e efeito não significativo (P>0,0563), para DIVMS, com o aumento na quantidade de casca de café nas silagens de polpa de café.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores de PB, FDN, FDA, lignina, celulose, DIVMS e cafeína em porcentagem na MS e, na Tabela 5, as equações de regressão que mostram o efeito do nível de casca de café nas silagens de polpa de café.

**Tabela 4. Composição química e digestibilidade in vitro da MS das silagens de polpa de café úmida com diferentes proporções de casca de café, expressos em base seca (%)**

Tratamentos	PB	FDN	FDA	Lignina	Celulose	DIVMS	Cafeína
0% de CC	15,30	64,60	33,15	16,52	16,86	51,50	1,20
20% de CC	12,98	57,94	31,31	13,97	16,79	48,07	1,10
40% de CC	10,97	53,57	28,74	12,53	16,22	48,82	1,00
60% de CC	10,53	51,75	26,37	11,90	14,56	48,68	0,94
CV (%)	6,89	3,91	4,03	5,41	6,21	4,22	6,86
P>Fc	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0563	0,0011

O teor de PB aumentou linearmente na proporção de 0,0081% para cada unidade percentual de casca de café acrescida na silagem de polpa de café. Este resultado é função dos teores proteicos dos dois resíduos, uma vez que a polpa de café tem 15,56% de PB e a casca de café tem 9,66%. Embora aconteça essa

redução, os valores de PB podem ser considerados satisfatórios, pois estão acima de 10%. Esses valores estão próximos daqueles encontrados por BARCELOS *et al.* (2002), que avaliaram a composição química da casca e polpa desidratada de três cultivares de café (Catuaí, Mundo Novo e Rubi).

**Tabela 5. Efeito do percentual de casca de café em função da proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose e cafeína das silagens de polpa de café**

Variáveis (% na MS)	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	P>t (b1)
PB	Y = 11,893 - 0,0081X	93,26	0,0001
FDN	Y = 64,403 - 0,2145X	94,02	0,0001
FDA	Y = 33,332 - 0,1146X	99,57	0,0001
Lignina	Y = 17,564 - 1,5325X	92,63	0,0001
Celulose	Y = 17,977 - 0,7478X	81,20	0,0011
Cafeína	Y = 1,188 - 0,0170X	93,61	0,0001

A polpa de café desidratada apresenta teores médios de PB significativamente maiores (12,94%) comparados à casca de café (9,92%), independentemente da variedade que originou os resíduos (BARCELOS *et al.*, 2002). No entanto, segundo esses autores, embora os teores de PB da casca e da polpa estejam acima do teor médio do milho, existe pouca informação sobre a qualidade dessa proteína. Nesse sentido, BARCELOS e GONÇALVES (2011), ao estudarem as frações de nitrogênio da casca e da polpa desidratadas de três cultivares de café, afirmam que a casca e a polpa desidratadas de café não apresentam valores para a fração A, e explicam que isso pode ser causado pelo processamento do café, no qual esta fração, constituída basicamente de nitrogênio não proteico (NNP), provavelmente foi perdida. Afirmam também que tanto a casca quanto a polpa desidratada de café apresentam em média altos valores para a fração C, 67,22% e 80,47% da PB, respectivamente para a casca e a polpa, constituída basicamente de proteínas insolúveis e não digestíveis no rúmen. Segundo estudos de SOUZA *et al.* (2005), sobre a inclusão da casca de café na ração de vacas em lactação, foram encontrados altos teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (38,4% do N total), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (26,5% do N total), lignina (14,7%) e FDAi (38,1%) na casca de café.

No entanto, esses resultados foram obtidos com a casca e a polpa de café sem sofrerem qualquer processo de fermentação. Esta pode alterar estes resíduos, deixar a PB mais disponível, mas não foram realizados estudos ainda neste sentido.

Os valores de FDN e FDA (Tabela 4) deste estudo foram inferiores aos encontrados por BARCELOS *et al.* (1977), BARCELOS *et al.* (2002) e BARCELOS e GONÇALVES (2011). TEIXEIRA (1999) que, ao avaliarem as frações da casca das cultivares Catuaí, Mundo Novo e Rubi, encontraram valores de 71,6% e 58,7%; 70,1% e 67,0%;

55,5% e 58,8%, respectivamente, para FDN e FDA, mostrando haver diferença entre cultivares de café em relação a estes parâmetros. Neste estudo, não foi possível identificar de qual variedade foi obtida a polpa e a casca de café. Outro aspecto a considerar os valores mais baixos para FDN e FDA, em relação à literatura, é o processo de ensilagem, em que sofreram fermentação, o que pode ter alterado esses valores.

Segundo BARCELOS *et al.* (2002), a casca e a polpa desidratada de café podem ser classificadas como materiais fibrosos. Considerando as informações de BRESSANI *et al.* (1972), o café cereja, com base na matéria seca, pode ser dividido nas porções: 29% de polpa, 12% de pergaminho, 5% de mucilagem e 54% de grão e a casca de café representando 46% da MS do grão. Considerando essa proporção e os dados deste trabalho, as silagens de polpa com diferentes proporções de casca são materiais fibrosos, que necessitam de estudos mais detalhados utilizando animais, para avaliar o seu potencial como alimento para ruminantes.

A polpa e a casca de café são resíduos com altos teores de lignina. Neste estudo, a inclusão de casca de café na silagem de polpa reduziu linearmente os teores de lignina e celulose nas silagens (Tabelas 4 e 5), e esta redução foi de 28% e 14% na silagem com 60% de casca, respectivamente.

O teor de cafeína reduziu significativamente ( $P < 0,01$ ) com o aumento da casca de café nas silagens de polpa, e a equação de regressão mostra que, para cada unidade de casca de café acrescida à silagem, houve uma redução de 0,017% no teor de cafeína. Um dos fatores que podem reduzir o consumo voluntário em bovinos é a cafeína (BRAHAM *et al.*, 1977; BRESSANI *et al.*, 1972 e JAFFE e ORTIZ, 1952). Segundo CABEZAS (1976), a presença de níveis maiores de 0,12% de cafeína e 0,75% de taninos nas rações provocam efeitos adver-

tos no consumo e na utilização do alimento pelos bovinos, mas, segundo VARGAS *et al.* (1982), ruminantes em crescimento toleram um consumo máximo de taninos de 28 g/100 kg de peso vivo/dia e este valor estaria associado à ingestão de 4,5 g de cafeína/100 kg de peso vivo/dia. Não foram realizados estudos de consumo das silagens de polpa de café acrescidas de casca de café, portanto, não se sabe se a cafeína contida nas silagens tem o mesmo efeito da contida no material sem ensilar. Seriam necessários estudos nesse sentido para recomendar, com segurança, silagem de polpa mais casca de café para ruminantes.

A análise de variância não indicou diferença significativa ( $P>0,0563$ ) entre as silagens quanto à DIVMS. A média foi de 49,3% (Tabela 4), valor considerado baixo. Estes valores são próximos ao de FARIA *et al.* (2010), que encontraram 50,79% de DIVMS para casca de café.

São poucos os estudos de DIVMS com casca de café, mas SOUZA *et al.* (2001), ao tratarem a casca de café com amônia anidra e sulfeto de sódio, não detectaram efeito significativo dos níveis de amônia e de sulfeto sobre a DIVMS. Os autores explicam que isto ocorreu pelo fato de a casca de café ter apresentado bom valor inicial de DIVMS (60,6%).

## CONCLUSÕES

O uso de casca de café foi efetivo em aumentar o teor de MS da silagem de polpa de café e reduzir os teores de FDN e FDA, proporcionando uma silagem de melhor qualidade para alimentação animal, criando, assim, uma alternativa de aproveitamento desses resíduos.

Pelos resultados obtidos neste trabalho, as silagens de polpa com diferentes proporções de casca são materiais fibrosos, os quais necessitam de estudos mais detalhados utilizando animais, para avaliar o seu potencial como alimento para ruminantes.

Considerando principalmente o teor de MS encontrado nas silagens, a quantidade de casca de café a ser acrescentada à polpa úmida de café para produção de silagem poderia variar entre 22% e 31%. Os autores recomendam a inclusão de 30% a 35% de casca com base na matéria natural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990. 2v. 1422p.

BARCELOS, A.F., GONÇALVES, C.C.M. Aproveitamento da casca de café na alimentação animal. In: REIS, P.R., CUNHA, R.L., CARVALHO, G.R. (Ed.) **Café Arábica**: da pós colheita ao consumo. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. v.2, p.97-168.

BARCELOS, A. F.; PAIVA, P. C. A.; PEREZ, J. R. O.; SANTOS, W. B.; CARDOSO, R. M. Parâmetros bromatológicos da casca e polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.780-790, jul./ago., 2002.

BARCELOS, A.F., PAIVA, P.C.A., PÉREZ, J.R.O., SANTOS, V.B., CARDOSO, R.M. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenada em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1325-1331, 2001.

BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; FERREIRA, J.J.; SETTE, R.S.; BUENO, C.F.H.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. I - Resultados do segundo ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 1215-1221, 1997a.

BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; FERREIRA, J.J.; SETTE, R.S.; BUENO, C.F.H.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. I - Resultados do primeiro ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 1208-1214, 1997b.

BARTHOLO, G.F.; MAGALHÃES FILHO, A.A. R. de; GUIMARÃES, P.T.G.; CHALFOUN, S.M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, v. 14, p. 33-44, 1987.

BRAHAM, J.E., JARQUIN, R., ELIAS, L.G., JARQUIN, R., VALLE, L.U. Pulpa y pergamino de café. Utilización de la pulpa de café em forma de ensilaje. **Revista Cafetera**, n.164, p.25-34, 1977.

BRESSANI, R.; ESTRADA, E.; JARQUIN, R. Pulpa y pergamino de café. I. composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. **Turrialba**, v. 3, p. 229-304, 1972.

CABEZAS, M.T. Valor nutritivo de la pulpa de café para ganado de corte. **Agricultura en El Salvador**, v. 3, p. 25-39, 1976.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTE-

- CIMENTO. ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA. Café Safra 2013: terceira estimativa, setembro de 2013. Brasília: CONAB, 2013.
- FARIA, D.J.G., GARCIA, R.TONUCCI, R.G.; TAVARES, V. B.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M. Produção e composição do efluente da silagem de capim-elefante com casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.471-478, 2010.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos: UFSCar, 2000. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- JAFFE, W.; ORTIZ, D.S. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. **AGRO**, n. 23, p. 31-37. 1952.
- 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.
- LOURES, D.R.S., NUSSIO, L.G., PAZIANI, S.F.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHIMIT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de Capim-Tanzânia sob efeito de emurhecimento, do tamanho da partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.726-735, 2005.
- LOURES, D.R.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P. R.; SOUZA, A. L. Características do efluente e composição química-bromatológica da silagem sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1851-1858, 2003.
- McDONALD, P. **Biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 207p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals**. 17 ed. Washington: National academy Press, 1996. 242p.
- PIRES, A.J.V., CARVALHO, G.G.P., GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, M. T. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.34-39, 2009.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2006, 235p.
- SOUZA, A.L.; GARCIA, R., PEREIRA, O.G.; CECON, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. Composição química-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.983-991, 2001. Suplemento.
- SOUZA, A.L., GARCIA, R., VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA, F. C.; CAMPOS, J. M. S.; CABRAL, L. S.; GOBBI, K. F. Casca de café em dietas de vacas em lactação: consumo, digestibilidade e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2496-2504. 2005. Suplemento.
- TAVARES, V.B., PINTO, J.C., EVANGELISTA, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; ÁVILA, C. L. S.; LIMA, R. F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurhecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.40-49, 2009.
- TEIXEIRA, M. N. M. **Determinação da degradabilidade in situ das diferentes frações da casca do grão de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.)**. 1999. 42 f. Dissertação (Mestrado em nutrição de ruminantes) Universidade Federal de Lavras: Lavras, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: [s.n.], 1984, 305p.