

AVALIAÇÃO DA CASCA E POLPA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) PELA TÉCNICA DE DEGRADABILIDADE *IN VITRO* DE PRODUÇÃO DE GÁS

BARCELOS, A.F.¹; PAIVA, P.C.A.²; PÉREZ, J.R.O.²; SANTOS, V.B.² E CARDOSO, R.M.²

¹ EPAMIG-CTSM, <barcelos@ufla.br> - CP 176 – 37200-000 – Lavras-MG; ² UFLA-DZO.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar a casca e a polpa desidratada de café quanto à digestibilidade *in vitro* pela técnica de produção de gás, conduziu-se o experimento utilizando as cultivares de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo. A polpa foi obtida pela despolpa úmida em despolpador mecânico e, em seguida, seca ao sol até alcançar 13% de umidade. Os materiais foram armazenados em sacos de rafia em ambiente coberto, ventilado e seco, por um ano, amostrados em triplicata a cada 90 dias. Foram incubados *in vitro* 400 mg de cada amostra (MS) e FDN, em triplicata, em banho-maria a 39°C. A produção cumulativa de gás foi obtida nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60 e 72 horas. A cinética da produção cumulativa de gás para a MS e FDN foi analisada utilizando-se o modelo $V_t = V_{t1}/(1 + \exp(2 + 4\mu(L - T)))$ e SDN pelo modelo $V_t = V_{t1} \times (1 - \exp(-\mu \times T))$. A produção cumulativa de gás da fração SDN foi obtida pela diferença entre a produção cumulativa da MS e a da FDN. O armazenamento da casca e polpa desidratada de café melhorou a taxa de degradação e reduziu a fração fibrosa e não degradável, disponibilizando açúcares solúveis para a flora ruminal. Na casca de café de todas as cultivares, a maximização da contribuição da fração de SDN e FDN na fermentação ocorreu, respectivamente, em torno de 24 e 48 horas. A máxima produção de gás na MS da polpa ocorreu entre 48 e 60 horas, para todas as cultivares, e foi consequência da máxima produção de gás da fração FDN ocorrida em torno de 60 horas. Longo período de colonização pode ser uma limitação no uso da casca e polpa desidratada de café, na alimentação de ruminantes, comprometendo a utilização do alimento pelos microrganismos do rúmen, devido à rápida passagem pelo rúmen.

Palavras-chave: cinética ruminal, degradabilidade *in vitro*, resíduo do café.

EVALUATION OF COFFEE GRAIN (*Coffea arabica* L.) THE HULLS AND DEHYDRATED PULP IN VITRO DEGRADABILITY USING THE GAS PRODUCTION TECHNIQUE

ABSTRACT: One experiment was conducted utilizing hull and dehydrated pulp of coffee cultivars Catuaí, Rubi and Mundo Novo. Pulp was obtained by moist pulping in a mechanical pulper and dried in the sun adjusted to 13% moisture. Materials were stored in raffia bag in environment free of moisture and ventilated with samplings every 90 days. 400 mg of each sample (DM) and NDF was incubated in vitro in triplicate in water bath at 39°C. The cumulative gas production was obtained in times 1,2,3,4,5,5,12, 18, 24, 30, 36 48 60 and 72 hours. The kinetics of the cumulative gas output for DM and NDF was analyzed by utilizing the model $V_t = V_{t1}/(1 + \exp(2 + 4\mu(L - T)))$ and SDN by the model $V_t = V_{t1} \times (1 - \exp(-\mu \times T))$. Cumulative gas production of the SDN fraction was obtained by the difference between the cumulative production from DM and NDF. Twelve months storage of hull and dehydrated pulp coffee improved the degradation rate, reduced of fiber and undegradable fraction, making soluble sugars available for the ruminal flora. In the coffee hull of all cultivars, the maximization of the contribution of SDN and NDF in fermentation took place respectively around 24 and 48 hours. The maximum gas production in pulp DM occurred between 48 and 60 hours in all cultivars and was a consequence of the maximum gas production of NDF occurred around 60 hours. Long colonization period may be a limitation to the use of hull and dehydrated pulp in ruminant feeding, impairing feed utilization by ruminal microorganisms due to the rapid passage by the rumen.

Key words: ruminal kinetic, in vitro degradability, coffee residue.

INTRODUÇÃO

A utilização da casca de café na alimentação de ruminantes vem sendo estudada há algum tempo. Trabalhos desenvolvidos por Barcelos et al. (1997a, b) com o objetivo de avaliar o desempenho de bovinos de corte e leite, recebendo casca de café, têm mostrado que sua utilização é economicamente viável para o produtor que tem disponibilidade do resíduo.

A polpa de café foi estudada na Colômbia e em El Salvador, em decorrência do tipo de beneficiamento. Nestes países, a tradição é despolar o café e o resíduo é seco ao sol ou fermentado. Esse tipo de tratamento melhora a qualidade do café, permitindo que ele alcance alto preço no mercado internacional.

A polpa úmida do café cereja é composta de epicarpo e parte do mesocarpo, a qual sai do despulpador com alto teor de umidade. Sua utilização para alimentação de bovinos deve ser imediata, uma vez que sofre rápida fermentação. Uma alternativa para otimizar o seu uso seria a desidratação ao sol.

Muitos métodos estimam a digestibilidade ou degradabilidade para predizer o valor nutritivo dos alimentos. Técnicas *in vitro* permitem a avaliação rotineira da fermentação no rúmen empregando a fração líquida do conteúdo ruminal como inóculo, como a desenvolvida por Tilley e Terry (1963), ou o método de produção de gás (Menke et al., 1979). Atualmente, metodologias de avaliação dos alimentos para ruminantes objetivam rapidez, baixo custo e confiabilidade. Uma técnica *in vitro* rápida, segura e de boa precisão foi desenvolvida por Pell et al. (1994), a qual avalia a digestibilidade do alimento *in vitro* em função da produção cumulativa dos gases CO₂ e CH₄. A casca e a polpa de café têm sido estudadas no Brasil e em países da América Latina, porém não há relatos de estudos da cinética da digestão ruminal, empregando a técnica de produção de gás, visando sua recomendação para alimentação de ruminantes.

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros cinéticos da degradação da matéria seca (MS) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e da fração solúvel em detergente neutro (SDN) da casca e da polpa desidratada de café, obtidas de três cultivares e armazenadas por doze meses, utilizando-se a técnica *in vitro* de produção cumulativa de gás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras e no Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides de Carvalho do CTSM, da EPAMIG, no município de Lavras, no período de outubro de 1997 a dezembro de 1998.

Utilizaram-se casca e polpa desidratada de três cultivares de café (Catuaí vermelho IAC2077-2-5-99, Rubi MG1192 e Mundo Novo IAC379-19), provenientes da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG.

A casca foi obtida da limpeza após a secagem ao sol dos grãos do café cereja por cultivar; a polpa foi obtida também por cultivar, pela despulpa úmida, utilizando-se de despulpador DC3 e degomada no degomador mecânico DM2, ambos Pinhalense[®], e em seguida seca ao sol até 13% de umidade.

Tanto a casca quanto a polpa foram armazenadas em sacos de ráfia, em ambiente coberto, ventilado e seco, por um ano. Nesse período foram coletadas amostras em triplicata a cada 90 dias, para análises bromatológicas.

As amostras foram pré-secas em estufa a 65°C com ventilação, até alcançar peso constante, o que ocorreu entre 36 e 48 horas, e moídas em peneira de 2 mm.

Foram incubadas *in vitro* 400 mg de cada amostra correspondente a MS e peso equivalente em FDN em triplicata, em banho-maria a 39°C, conforme descrito em Malafaia (1997). A produção cumulativa de gás foi obtida nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60 e 72 horas.

A produção cumulativa de gás da fração SDN foi obtida pela diferença entre a produção cumulativa da MS e a da FDN. Os coeficientes μ (taxa de degradação) e L (tempo de colonização) foram obtidos utilizando-se o pacote Sistema de Análises Estatísticas – SAEG, versão 5.0.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, em esquema fatorial 3x2x5 (cultivar x material x armazenamento); os materiais foram a casca e a polpa desidratada, e o armazenamento foi de 0, 90, 180, 270 e 360 dias, conforme modelo estatístico.

Neste trabalho foram analisadas as variáveis volume final de gás cumulativo (VF), taxa de degradação (μ) e L (tempo de colonização), para a matéria seca (MS); e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e VF e μ , para a fração solúvel em detergente neutro (SDN), da casca e polpa desidratada das cultivares de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo, armazenadas durante doze meses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo de cultivar ($P \leq 0,03$), material ($P \leq 0,00$) e interação de ambos ($P \leq 0,00$) quanto à taxa de degradação. Quando se comparou casca e polpa em relação a tempo de colonização (L), observou-se (Tabela 1; Figuras 2 e 3) que o valor na polpa foi maior (17,83 h) em relação à casca (3,52 h). O tempo de colonização não variou entre cultivares nos dois materiais.

Tabela 1 - Valores da taxa de degradação (μ) e tempo de colonização (L) da MS da casca e polpa desidratada, segundo as cultivares

Cultivar	μ (% por hora)		L (horas)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuaí	4,93a	3,78c	3,44	17,72
Rubi	4,62b	4,60a	3,60	17,76
Mundo Novo	5,19a	4,16b	3,55	18,03
Médias	4,92A	4,18B	3,52B	17,83A
CV (%)	10,51		4,35	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Skott & Knott a 5%.

A taxa de degradação da MS aumentou com o tempo de armazenamento. A Figura 1 mostra o efeito do tempo de armazenamento sobre a taxa de degradação da MS. Para cada dia de armazenamento da casca e polpa, houve aumento de 0,0031% na taxa de degradação, o que representou um aumento total de 27%.

Barcelos (2000) observou acréscimo no teor dos açúcares à medida que aumentou o tempo de armazenamento (fração A), sendo esse acréscimo de 14,7% em 360 dias de armazenamento. O aumento no teor de açúcares em decorrência do tempo de armazenamento se deve à decomposição natural dos tecidos da planta, principalmente das frações B₂ e C, uma vez que essas frações reduziram-se com o tempo de armazenamento (Barcelos, 2000).

O armazenamento da casca e polpa desidratada de café por um período de doze meses pode melhorar a taxa de degradação, por reduzir a fração fibrosa e não-degradável e disponibilizar açúcares prontamente solúveis para os microrganismos do rúmen (Barcelos, 2000).

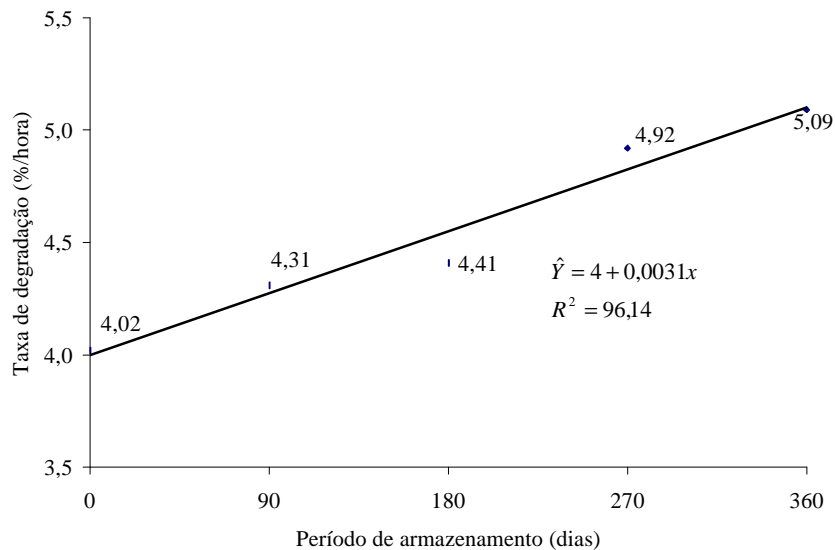


Figura 1 - Efeito do período de armazenamento sobre a taxa de degradação da MS (% por hora) da casca e polpa de café.

O alto valor de L na polpa, em comparação à casca, é decorrente da sua composição em carboidratos, a qual possui maior quantidade de carboidratos estruturais e menor de carboidrato não-estrutural, comparada à casca de café. Este valor é próximo ao valor de L da FDN da casca e da polpa, apresentados na Tabela 2, indicando que há grande quantidade de material potencialmente fermentável, em relação ao solúvel.

Tabela 2 - Valores médios da taxa de degradação (μ , em % por hora) e tempo de colonização (L, em horas) da FDN e SDN da casca e polpa desidratada, segundo as cultivares

Cultivar	FDN				SDN	
	μ (% por hora)		L (horas)		μ (% por hora)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuaí	5,69a	4,38c	13,30b	18,63a	7,83 ^a	6,67c
Rubi	5,36b	5,33a	22,52a	17,98a	7,52b	7,50a
Mundo Novo	6,02a	4,83b	15,34b	16,32b	8,08 ^a	7,06b
Médias	5,69A	4,85B	16,73B	17,64A	7,81 ^A	7,08B
CV (%)	9,97		9,39		6,42	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 5%. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste t a 5%.

Na obtenção da polpa de café, há perda de boa parte dos carboidratos solúveis removidos pela água utilizada na despulpa. A casca obtida pelo beneficiamento do grão de café em coco possui todas as frações, inclusive os açúcares solúveis. Essa diferença pode explicar o menor tempo de colonização para a casca, comparada à polpa, devido à fermentação da fração de degradação rápida.

A MS na casca das cultivares Catuaí e Mundo Novo tiveram maior taxa de degradação em relação à cultivar Rubi, enquanto na polpa a maior taxa de degradação foi encontrada na cultivar Rubi (Tabela 1). Não foram encontradas, na literatura, explicações para a diferença entre as cultivares; no entanto, a cultivar Rubi foi obtida pelo cruzamento entre as cultivares Mundo Novo e Catuaí, com retrocruzamento para a cultivar Mundo Novo. Como a taxa de degradação da MS da polpa da cultivar Mundo Novo foi superior à da cultivar Catuaí, supostamente esta característica foi transmitida para a cultivar Rubi.

A casca de café apresentou maior taxa de degradação e menor tempo de colonização que a polpa desidratada (Tabela 3) para a FDN, correspondendo, respectivamente, a 17 e 5,4%. Os valores do tempo de colonização da FDN e MS da polpa desidratada são bastante próximos, indicando que esse material, comparado à casca de café, possui maior proporção de carboidratos de degradação lenta. Esse fato foi relatado por Barcelos (2000), o qual encontrou valor significativamente maior (67,4%) para polpa desidratada, comparada à casca (65,7%), no que se refere à fração de degradação lenta (B_2) dos carboidratos.

A fração solúvel em detergente neutro (SDN) da casca de café, comparada à da polpa, apresentou maior taxa de degradação (Tabela 3) decorrente da maior proporção de frações A e B_1 na casca, principalmente a de degradação rápida.

Tabela 3 - Valores médios da taxa de degradação (μ , em % por hora) e tempo de colonização (L, em horas) da FDN e SDN da casca e polpa desidratada, segundo as cultivares

Cultivar	FDN				SDN	
	μ (% por hora)		L (horas)		μ (% por hora)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuaí	5,69a	4,38c	13,30b	18,63a	7,83a	6,67c
Rubi	5,36b	5,33a	22,52a	17,98a	7,52b	7,50a
Mundo Novo	6,02a	4,83b	15,34b	16,32b	8,08a	7,06b
Médias	5,69A	4,85B	16,73B	17,64A	7,81A	7,08B
CV (%)	9,97		9,39		6,42	

Colunas: médias seguidas de letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Skott & Knott a 5%.

Linhas: médias seguidas de letras maiúsculas diferentes diferem estatisticamente pelo teste t a 5%.

Os valores da taxa de degradação da MS, FDN e SDN, da casca e polpa desidratada de café, estão próximos dos encontrados por Cabral et al. (1997) no capim-elefante cortado na primavera e verão, aos 42 e 63 dias de rebrota, e por Malafaia et al., (1997), obtidos com capim Tifton-85, elefante e silagem de milho, em modelo de duplo compartimento.

A fração solúvel da casca de café contribuiu para o aumento total de gás (Figura 2) produzido nas três cultivares estudadas. Segundo Malafaia et al. (1997), esse fato pode ser relacionado ao melhor valor nutritivo de alimentos volumosos.

Na casca de café de todas as cultivares, a maximização da contribuição da SDN na fermentação, representada pela produção cumulativa de gás, ocorreu em torno de 24 horas (Figura 2), ao passo que na MS e FDN a maximização da produção de gás ocorreu em 48 horas. Esses resultados mostram que, na casca de café, após 48 horas, independentemente de variedade, não existem mais compostos a serem fermentados.

Os valores da taxa de degradação da MS e FDN, da polpa desidratada de café, são semelhantes (Tabelas 1 e 3), mostrando que a fração solúvel da polpa desidratada é baixa e, conseqüentemente, o tempo de colonização, maior (Tabela 1 e Figura 3).

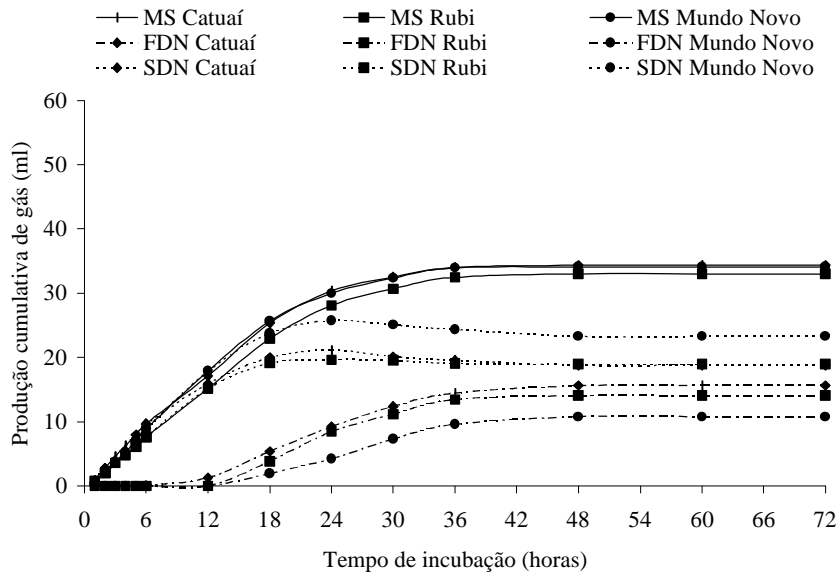


Figura 2 - Produção cumulativa de gás (ml) oriunda da matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fração solúvel em detergente neutro (SDN) da casca de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo, em função do tempo de incubação.

A fração solúvel da polpa de café contribuiu para o aumento total de gás (Figura 3) e a maximização da contribuição da SDN ocorreu entre 48 e 60 horas, indicando que a polpa possui menor proporção de carboidratos não-estruturais, de degradação rápida, em comparação à casca de café (24 horas). Isso é mostrado por Barcelos (2000), que observou menor valor da fração A na polpa desidratada de café (7,2%), comparada à casca de café (10,1%), ou seja, a casca de café possui 40,3% mais carboidratos de degradação rápida, quando comparada à polpa.

Na polpa de café de todas as cultivares, a maximização da contribuição da FDN na fermentação, representada pela produção cumulativa de gás, ocorreu entre 48 e 60 horas (Figura 3), superior à da casca de café (Figura 2), indicando que até 60 horas havia compostos a serem fermentados.

A maximização da produção de gás na MS da polpa ocorreu entre 48 e 60 horas para todas as cultivares, com destaque para a cultivar Mundo Novo, em que a quantidade máxima de gás foi maior que a das cultivares Catuaí e Rubi.

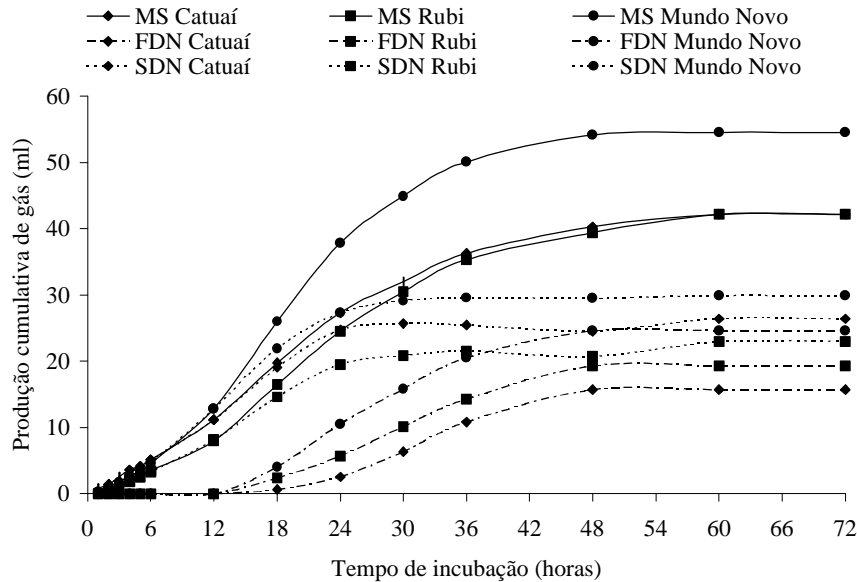


Figura 3 - Produção cumulativa de gás (ml) oriunda da matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fração solúvel em detergente neutro (SDN) da polpa desidratada de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo, em função do tempo de incubação.

A produção máxima de gás na MS da polpa (60 horas) ocorreu acima do tempo daquela na casca de café (48 horas), decorrente da contribuição da produção de gás da FDN e SDN, que foi máxima com 60 horas.

Longo período de colonização, como o ocorrido com a polpa, comparada à casca de café (Tabela 1), pode comprometer a utilização do alimento pelos microrganismos do rúmen, devido à taxa de passagem. O alimento passa à parte distal do trato gastrointestinal durante o tempo de colonização (17 h) e digestão dos carboidratos estruturais e da proteína ligada à parede celular. Isso pode ser uma limitação da polpa desidratada de café como alimento para ruminantes. Assim, a maior contribuição da casca está na SDN, que é baixa.

CONCLUSÕES

O armazenamento da casca e polpa desidratada de café por um período de doze meses melhorou a taxa de degradação da MS em 27%.

A casca de café da cultivar Mundo Novo apresentou maior taxa de degradação da MS, FDN e SDN, ao passo que, na polpa, a maior taxa de degradação foi determinada na cultivar Rubi.

Longo tempo de colonização na polpa de café pode ser fator de limitação do seu uso na alimentação de ruminantes, decorrente da taxa de passagem.

Os resultados mostram que após 36 horas na casca de café e 60 horas na polpa, independentemente de cultivar, os carboidratos das frações A, B₁ e B₂ foram fermentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELOS, A.F. **Parâmetros bromatológicos, frações de carboidratos e degradabilidade in vitro da casca e da polpa de café (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Tese – Doutorado em Nutrição de Ruminantes).
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; FERREIRA, J.J.; SETTE, R.S.; BUENO, C.F.H.; AMARAL, R e PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. I - Resultados do primeiro ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1208-1214, nov./dez. 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 segundo ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1215-1221, nov./dez. 1997b.
- CABRAL, L.S.; MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. Cinética ruminal da FDN do capim elefante estimada pela técnica da produção de gás e pela degradação *In Vitro*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 91-93.
- FURUSHO, I.F. **Efeito da utilização da casca de café, *in natura* e tratada com uréia, sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento**. Lavras: UFLA, 1995. 72p. (Dissertação de Mestrado).
- MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. Avaliação de alguns volumosos através da técnica de produção de gás e da subtração de curvas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 103-105.