



**PARÂMETROS BROMATOLÓGICOS,
FRAÇÕES DE CARBOIDRATOS E
DEGRADABILIDADE IN VITRO DA CASCA E
DA POLPA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**

ADAUTO FERREIRA BARCELOS

AGOSTO/2000

50032

MFN 35135

ADAUTO FERREIRA BARCELOS

**PARÂMETROS BROMATOLÓGICOS, FRAÇÕES DE
CARBOIDRATOS E DEGRADABILIDADE IN VITRO DA CASCA
E DA POLPA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**

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

Orientador

Prof. Paulo César de Aguiar Paiva

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
AGOSTO/2000**

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

Barcelos, Aduino Ferreira

Parâmetros bromatológicos, frações de carboidratos e degradabilidade *in vitro* da casca e da polpa de café (*Coffea arabica* L.) / Aduino Ferreira Barcelos. --

Lavras : UFLA, 2000.

96p. : il.

Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Cinética ruminal. 2. Produção de gás. 4. Resíduo agrícola. 5. Fator antinutricional. 6. Fracionamento de carboidrato. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.2085

BIBLIOTECA CENTRAL
N.º CLAS
N.º REG
DATA

ADAUTO FERREIRA BARCELOS

**PARÂMETROS BROMATOLÓGICOS, FRAÇÕES DE
CARBOIDRATOS E DEGRADABILIDADE IN VITRO DA CASCA
E DA POLPA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**

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


APROVADA em 16 de agosto de 2000

Prof. Juan Ramón Olalquiaga Pérez
UFLA

Prof. Roberto Maciel Cardoso
UFLA

Prof. Luiz Ronaldo de Abreu
UFLA

Dr. José Joaquim Ferreira
EPAMIG/CTSM


Prof. Paulo César de Aguiar Paiva
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus pais:

Vicente e Emília,
pelo que sou.

Com amor e carinho,

à minha esposa, Maria de
Fátima, meus filhos, Vladimir e
Valéria, pela compreensão,
tolerância e ausências durante
esta etapa.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, Luz da Ciência, ... pela vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, pela liberação para realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Paulo César de Aguiar Paiva, pela amizade, companheirismo e segura orientação.

Aos Professores Juan Ramón Olalquiaga Pérez e Roberto Maciel Cardoso, pela amizade, ensinamentos e sugestões apresentadas.

Ao Professor Júlio César Teixeira, pelo empréstimo do equipamento, sem o qual não seria possível realizar os ensaios de digestibilidade *in vitro* pela técnica de produção de gás.

Aos Professores Daniel Furtado Ferreira e Augusto Ramalho de Moraes, pela valorosa orientação nos procedimentos estatísticos.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos, apoio, auxílio e amizade.

À Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG, na pessoa do seu gerente, Homero Gomes Lemos e, em especial, ao Técnico Agrícola Mário Aparecido Amaral, pelo fornecimento e preparo das amostras de casca e polpa de café utilizadas neste trabalho.

À minha esposa, Maria de Fátima Piccolo Barcelos, pela compreensão, apoio, sugestões e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Qualidade do Café, Dr. Alcides de Carvalho da EPAMIG/CTSM, pesquisador Silvio Júlio de Rezende Chagas,

laboratoristas Eliane Botelho, Geraldo Henrique de Castro, Luiz Paulo Torres, Marcelo Ribeiro Malta e, em especial, a Samuel Rosa de Brito, pela colaboração nas análises bromatológicas.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, da UFLA Eliana Maria dos Santos, Márcio dos Santos Nogueira, Suelba Ferreira de Souza e José Virgílio, pela colaboração e apoio nas análises bromatológicas.

Aos alunos de graduação do curso de Zootecnia, Vander Bruno dos Santos e Fabiana Souza Ramos, pela valiosa colaboração nas análises bromatológicas.

Aos funcionários e pesquisadores do Centro Tecnológico do Sul de Minas da EPAMIG, pela consideração, apoio, amizade e, por direta ou indiretamente, terem colaborado com este trabalho.

À Zootecnista Roseli Aparecida dos Santos, pela colaboração e apoio nas análises de produção de gás.

Aos colegas do curso de pós-graduação, Ademir José Conte, Bonifácio Benício de Souza, Clovis Eduardo Sidnei Corrêa, Eleuza Claret Junqueira de Sales, Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira, Gudesteu Porto Rocha, Iraides Ferreira Furusho, José Paulo de Oliveira, Lúcia de Fátima Andrade Correia Teixeira, Maria das Graças C. M. e Silva, Maria Emília de Souza Gomes Pimenta, Roseli Aparecida dos Santos, pelo companheirismo, profissionalismo, amizade e espírito de equipe.

A todos aqueles de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ADAUTO FERREIRA BARCELOS, filho de Vicente Ferreira Barcelos e Emília Maria Barcelos, nasceu em Piumhi, estado de Minas Gerais, em 21/03/1955.

Em dezembro de 1980, concluiu o curso de graduação em Zootecnia na Escola Superior de Agricultura de Lavras, hoje Universidade Federal de Lavras e em maio de 1981 foi contratado pela Comercial Nutrisuldoeste Mineiro Ltda. – Passos, Minas Gerais, para trabalhar em Assistência Técnica e Vendas. No mesmo ano, foi contratado pela Socil Pró-pecuária S/A - São Paulo, SP, para ocupar o cargo de Supervisor de Vendas.

Em março de 1982 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, área de concentração Nutrição de Ruminantes, defendendo dissertação em dezembro de 1983.

Em julho de 1984 foi contratado pela Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, Vitória – ES, onde ocupou o cargo de pesquisador na área de Nutrição de Ruminantes. Em maio de 1986, foi contratado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, no cargo em comissão de Gerente II, para gerenciar a Fazenda Experimental de Cambuquira – MG. Em março de 1988, foi designado para o cargo de pesquisador na área de Nutrição de Ruminantes e Produção de Bovinos do Centro Tecnológico do Sul de Minas – Lavras, MG, atividade que exerce até a presente data.

Iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia em março de 1997, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, área de concentração Nutrição de Ruminantes, concluindo-o em agosto de 2000, quando submeteu-se aos exames finais de defesa de tese.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1 Considerações gerais sobre a casca e polpa de café	1
1 Introdução geral	2
2 Referencial teórico geral	3
3 Referências bibliográficas	8
CAPÍTULO 2 Parâmetros bromatológicos da casca e polpa de café (<i>Coffea arabica</i> L.) armazenadas em diferentes período	12
1 Resumo	13
2 Abstract	14
3 Introdução	15
4 Referencial teórico	16
5 Material e métodos	18
6 Resultados e discussão	19
7 Conclusões	28
8 Referências bibliográficas	28
CAPÍTULO 3 Fatores antinutricionais da casca e polpa de café (<i>Coffea arabica</i> L.) armazenadas em diferentes períodos	32
1 Resumo	33
2 Abstract	34
3 Introdução	35

4 Referencial teórico	36
5 Material e métodos	38
6 Resultados e discussão	39
7 Conclusões	45
8 Referências bibliográficas	46
CAPÍTULO 4 Estimativa das frações dos carboidratos da casca e polpa de café (<i>Coffea arabica</i> L.) armazenadas em diferentes períodos	51
1 Resumo	52
2 Abstract	53
3 Introdução	54
4 Referencial teórico	55
5. Material e métodos	56
6 Resultados e discussão	58
7 Conclusões	65
8 Referências bibliográficas	66
CAPÍTULO 5 Avaliação da casca e polpa de café (<i>Coffea arabica</i> L.) pela técnica de degradabilidade in vitro de produção de gás	68
1 Resumo	69
2 Abstract	70
3 Introdução	71
4 Referencial teórico	72
5 Material e métodos	74
6 Resultados e discussão	76
7 Conclusões	84
8 Referências bibliográficas	85

CAPÍTULO 6 Considerações gerais sobre a utilização da casca e polpa de café (<i>Coffea arabica</i> L.) na alimentação de ruminantes	88
1 Considerações gerais	89
ANEXOS	92

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
2.1 Teores médios de MS, celulose e hemicelulose da casca e polpa desidratada de três cultivares de café	20
2.2 Teores médios de PB, EE, FDN e FDA da casca e polpa desidratada de três cultivares de café (% na MS)	21
2.3 Teores médios de cinza, ferro, zinco e manganês da casca e polpa desidratada de três cultivares de café	24
2.4 Teores médios de cálcio e magnésio da casca e da polpa desidratada de três cultivares de café	25
2.5 Teores médios de cálcio (% MS) da casca e da polpa de três cultivares de café, segundo o período de armazenamento	26
2.6 Teores médios de potássio (% MS) da casca e polpa de três cultivares de café, segundo o período de armazenamento	26
2.7 Teores médios de cobre (mg/kg) da casca e polpa desidratada de três cultivares de café, segundo o período de armazenamento	27
3.1 Teores médios de sílica na casca e polpa desidratada das cultivares de café em % na MS	45
4.1 Participações percentuais das frações dos carboidratos, na casca e polpa desidratada de três cultivares de café (% dos carboidratos totais)	63
4.2 Participações percentuais das frações dos carboidratos da casca e polpa desidratada, de três cultivares de café (% dos carboidratos totais)	64
5.1 Valores médios da taxa de degradação (μ) e período de latência (L) da MS da casca e polpa desidratada segundo as cultivares	78
5.2 Valores médios das frações dos carboidratos na casca e polpa desidratada de café, de acordo com as cultivares em % dos carboidratos	79
5.3 Valores médios dos carboidratos da casca e polpa desidratada de café, segundo as cultivares em % na MS	79
5.4 Valores médios da taxa de degradação (μ) e período de latência (L) da FDN e SDN da casca e polpa desidratada, segundo as cultivares	80
1A Quadrados médios das variáveis MS, PB, EE, FDN e FDA	92
2A Quadrados médios das variáveis celulose hemicelulose, matéria mineral, cálcio e fósforo	92
3A Quadrados médios das variáveis Mg, K, Fe, Cu, Zn e MN	93
4A Quadrados médios das variáveis cafeína, taninos, lignina na MS, lignina na FDN e sílica	93
6A Quadrados médios das frações dos carboidratos	94
7A Quadrados médios das taxas de degradação (μ) da MS, FDN e SDN e tempo de colonização (L) da MS e FDN	94

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 Partes do grão de café	4
1.2 Esquema de processamento (preparo) do café e obtenção dos subprodutos casca e polpa de café	5
2 Efeito do período de armazenamento no teor médio de FDN da casca e polpa de café, em %, na MS	23
3.1 Efeito do período de armazenamento nos teores médios de cafeína da casca e polpa de café, em %, na MS	40
3.2 Efeito do período de armazenamento nos teores médios de taninos da casca e polpa de café, em %, na MS	41
3.3 Efeito do período de armazenamento nos teores médios de lignina, na casca e polpa desidratada de café, em %, na MS e na FDN	43
4.1 Efeito do período de armazenamento na fração A (% dos carboidratos) da casca e polpa de café	59
4.2 Efeito do período de armazenamento na fração B ₁ (% dos carboidratos) na casca e polpa de café	60
4.3 Efeito do período de armazenamento na fração B ₂ (% dos carboidratos) na casca e polpa desidratada de café	61
4.4 Efeito do período de armazenamento na fração C (% dos carboidratos) na casca de polpa de café	62
5.1 Efeito do período de armazenamento na taxa de degradação μ da MS (% por hora) da casca e polpa de café	78
5.2 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 Catuai, Rubi e Mundo Novo em função do tempo de incubação	82
5.3 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 Catuai, Rubi e Mundo Novo, em função do tempo de incubação	83

LISTA SIMBOLOS

CE	Carboidrato estrutural
CHO _t	Carboidrato total
CNE	Carboidrato não estrutural
CNCPS	Cornell Net Carbohydrate and Protein System
CTSM	Centro Tecnológico do Sul de Minas
DZO	Departamento de Zootecnia
EE	Extrato etéreo
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
PSN	Polissacarídeos não estruturais
SDN	Fração solúvel em detergente neutro
UFLA	Universidade Federal de Lavras

RESUMO

BARCELOS, A.F. **Parâmetros bromatológicos, frações de carboidratos e degradabilidade *in vitro* da casca e da polpa de café (*Coffea arabica* L.).** Lavras, 2000, 96p. (Tese – Doutorado em Nutrição de Ruminantes).*

Com o objetivo de avaliar a casca e polpa de café quanto aos teores de MS, PB, EE, FDN, FDA, celulose, hemicelulose, cinza, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ferro, cobre, zinco, manganês, cafeína, taninos, lignina, sílica, as frações A, B₁, B₂ e C de carboidratos segundo CNCPS e a digestibilidade *in vitro* pela técnica de produção e gás, na casca e polpa desidratada de café, conduziu-se o experimento nos Laboratórios de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras e Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides de Carvalho da EPAMIG/CTSM, no período de outubro de 1997 a dezembro de 1998, utilizando-se casca e polpa desidratada das cultivares de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo, da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG. A polpa foi obtida pela despolpa úmida em despolpador mecânico e, em seguida, seca ao sol até 13% de umidade. Os materiais foram armazenados em sacos de rafia em ambiente coberto, ventilado e seco, com amostragem em triplicata a cada 90 dias. As equações utilizadas para estimativa das frações de carboidratos, seguiram o que está descrito no modelo do CNCPS. Foram incubadas *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 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 casca e polpa desidratada de café são materiais com bom teor de proteína bruta, magnésio, zinco, cobre e manganês. Devido aos altos teores de ferro e potássio na casca e polpa desidratada, a sua utilização na alimentação de bovinos deve ser limitada a níveis que não provoquem excesso de consumo destes elementos. A casca e polpa desidratada podem ser armazenadas por um período de 12 meses, sem sofrer alterações na composição bromatológica. O armazenamento por doze meses altera a proporção dos carboidratos, reduzindo as frações de degradabilidade lenta e não degradável, e aumentando a fração de degradabilidade rápida. O processo de despolpa reduz os açúcares e pectina. A casca e polpa são materiais com alta proporção de carboidratos indisponíveis, o que pode limitar o seu uso em grandes quantidades para os ruminantes. O armazenamento da casca e polpa

*Comitê Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramon Olalquiaga Perez – UFLA, Roberto Maciel Cardoso – UFLA.

desidratada de café por um período de doze meses melhorou a taxa de degradação por reduzir a fração fibrosa e não degradável disponibilizando açúcares solúveis para a flora ruminal. Na casca de café de todas as cultivares, a maximização na contribuição da SDN e FDN na fermentação ocorreu respectivamente em torno de 24 h e 48 h. 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 FDN ocorrida em torno de 60 horas. Longo tempo de colonização pode ser uma limitação no uso da casca e polpa desidratada de café na alimentação de ruminantes, por comprometer a utilização do alimento pelos microorganismos do rúmen, devido, principalmente, a uma rápida passagem pelo rúmen.

SUMMARY

BARCELOS, A.F. **Bromatological parameters, carbohydrate fractions and in vitro digradability the hull and pulp of coffee (*Coffea arabica* L.)** Lavras, 2000. 96p. (Thesis – doctorate in Ruminant nutrition).

With the objective of evaluating the coffee pulp contents of DM, CP, EE, NDF, ADF, cellulose, hemicellulose, ash, calcium, phosphorus, magnesium, potassium, iron, copper, zinc, manganese, caffeine, tannins lignin, silica, the fractions A, B1, B2 and C of carbohydrates according to the CNCPS and in vitro digestibility by the technique of gas production on the dehydrated hull and pulp of three coffee cultivars, the experiment was conducted in the Animal Nutrition Laboratory of the UFLA Animal Science Department and Quailed of Coffee Laboratory Dr. Alcides de Carvalho of EPAMIG, in the period from October 1997 to December 1998, utilizing hull and dehydrated pulp of coffee cultivars Catuai, Rubi and Mundo Novo of the EPAMIG Experimental Farm of São Sebastião do Paraíso. 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. The equations utilized for estimating the carbohydrate fractions were in accordance with the model described by the CNCPS. 400 mg of each sample (DM and NDF) were incubated in vitro in triplicate in water bath at 39°C. The cumulative gas production was obtained in the times 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60 and 72 hours. The kinetics of the cumulative gas production for DM and NDF were analyzed utilizing the model $V_t = V_{t1}/(1 + \exp(2 + 4\mu(L - T)))$ and SDN by the model $V_t = V_{t1} \times (1 - \exp(-\mu \times T))$. The dehydrated coffee hull and pulp are materials with a high content of crude protein, magnesium, zinc, copper and manganese. Due to the high contents of iron and potassium in the dehydrated hull and pulp, its use in cattle feeding should be limited in levels, which do not provoke excess consumption of those elements. The dehydrated hull and pulp may be stored for a 12-month period without undergoing changes in the bromatological composition. The 12-month storage changes the ratio of carbohydrates, reducing the slow degradability fractions and non-degradability increasing the fast degradability fraction. The pulping process reduces both sugars and pectin. The hull and pulp are materials with a high ratio of unavailable carbohydrates, which may limit its use in great amounts for ruminants. The storage of the dehydrated coffee hull and pulp for a 12 month period improved the degradation rate for reducing the fibrous and undegradable fraction by making available soluble sugars for ruminal flora. In the coffee hull of all the 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 the pulp DM occurred between 48 and 60 hours for all the

cultivars and was a consequence of the maximum gas production of ADF occurred around 60 hours. A long colonization period (lag phase) may be a limitation to the use of dehydrated coffee hull and pulp in ruminant feeding for damaging the use of the feed by the rumen microorganisms due to chiefly a fast passage by the rumen.

Capítulo 1 Considerações gerais sobre a casca e polpa de café

1 INTRODUÇÃO GERAL

Em países como a Colômbia e El Salvador, o subproduto do café é denominado polpa de café, denominação que decorre do tipo de beneficiamento no qual o café cereja é despulpado e o resíduo é desidratado ao sol ou fermentado. No Brasil, o resíduo mais produzido é obtido com algumas alterações. Após a secagem ao sol ou em secadores mecânicos, o café é beneficiado, restando um subproduto denominado “casca ou palha de café”.

O uso da casca de café na alimentação de bovinos está se tornando rotineiro entre os pecuaristas, tendo em vista a sua grande disponibilidade nas regiões produtoras de café e as pesquisas mostrarem ser possível utilizar consideráveis quantidades deste subproduto, com significativa redução nos custos com alimentação (Barcelos et al., 1993; Barcelos et al., 1994; Barcelos et al., 1995; Barcelos et al., 1996a; Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b).

Outro produto disponível nas regiões produtoras de café é a polpa, resíduo da despulpa úmida do café cereja, composta de epicarpo e parte do mesocarpo (Figura 1.1), que sai do despulpador com alto teor de umidade. A sua utilização na alimentação de bovinos deve ser imediata, uma vez que pode sofrer fermentação.

A casca de café, disponível nas cooperativas e máquinas de beneficiamento do produto, vem de uma mistura de variedades de café. Assim, os dados existentes na literatura sobre composição química deste subproduto foram obtidos nessas condições. Por outro lado, quando o próprio cafeicultor faz o beneficiamento, pode obter casca de café de cultivares específicas. No entanto, o conhecimento da composição química da casca de café, das cultivares mais plantadas no estado de Minas Gerais, poderá identificar possíveis diferenças entre elas e indicar aquela que seria mais conveniente utilizar na alimentação de ruminantes.

Este trabalho teve como objetivos avaliar a qualidade e o valor nutritivo da casca e polpa desidratada, de três cultivares de café (Catuaí Vermelho – IAC2077-2-5-99, Rubi – MG1192 e Mundo Novo – IAC379-19), durante um ano de armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A obtenção da casca do café em coco, segundo Bártholo et al. (1989), ocorre numa relação de 1:1, ou seja, a limpeza de 120 kg de café em coco produz 60 kg de grãos de café e 60 kg de casca de café.

No Brasil e no estado de Minas Gerais, respectivamente, a produção na safra de 1998/1999 foi de 27,23 e 12,74 milhões de sacas de café em coco (Sidra, 2000), gerando 1,64 milhão e 764 mil de toneladas de casca de café, respectivamente. Até o momento não existe estatística sobre a produção de polpa de café no Brasil e em Minas Gerais, no entanto, estima-se que aproximadamente 20% do café colhido seja despulpado e/ou descascado.

A casca ou palha de café é composta de epicarpo (casca), mesocarpo (polpa ou mucilagem), endocarpo (pergaminho) e película prateada (Matiello, 1991) (Figura 1.1).

A polpa de café é o resíduo da despolpa úmida do café cereja, composta de epicarpo e parte do mesocarpo (Figura 1.1). Este material é processado, como pode ser observado da Figura 2.1 e sai do despulpador com alto teor de umidade. A sua utilização para alimentação de bovinos deve ser imediata ou antes que ocorra fermentação. Uma alternativa para a sua conservação visando utilizá-la na alimentação de ruminantes seria a desidratação ao sol. No entanto, tal situação não ocorre com a casca de café, uma vez que é seca, podendo ser armazenada por longos períodos, inclusive de um ano para outro.

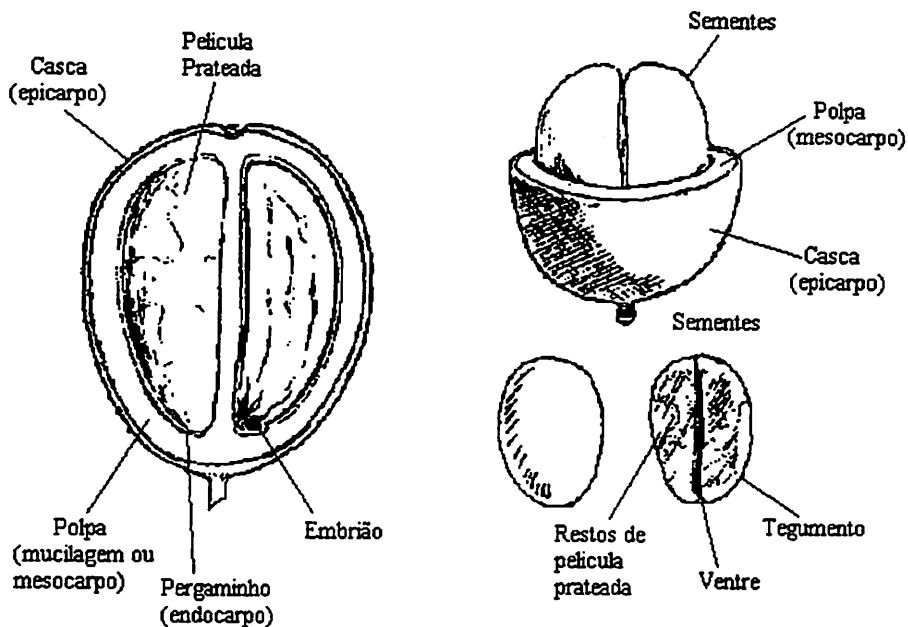


FIGURA 1.1 Partes do grão de café (Fonte: Matiello, 1991).

Na Figura 1.2 são mostradas as etapas do processamento do café e as fases onde são obtidas a casca e a polpa de café.

A polpa de café úmida e desidratada foi extensivamente estudada em países produtores de café da América Latina (Jiménez et al., 1970; Bressani, Estrada e Jarquin, 1972; Jarquin et al., 1973; Cabezas et al., 1974; Cabezas, Gonzales e Bressani, 1974; Molina, Fluente e Bressani, 1974; Jarquin Murilo e Gonzales, 1974; Murillo, Cabezas e Bressani, 1975; Recinos, 1976; Cabezas, 1976; Cabezas et al., 1977; Vargas, Cabezas e Bressani, 1977a; Vargas, Cabezas e Bressani, 1977b; Ruiz e Ruiz, 1977; Braham et al., 1977; Murillo et al., 1977 e Vargas et al., 1982). Estes estudos mostram a presença de alguns componentes que, de alguma forma, interferem na utilização da polpa como alimento para ruminantes. Os compostos fenólicos, cafeína e taninos, têm sido indicados como

possíveis fatores antinutricionais da polpa, mas não existe evidência conclusiva que apoie esta afirmativa (Ramirez-Martinez, 1988).

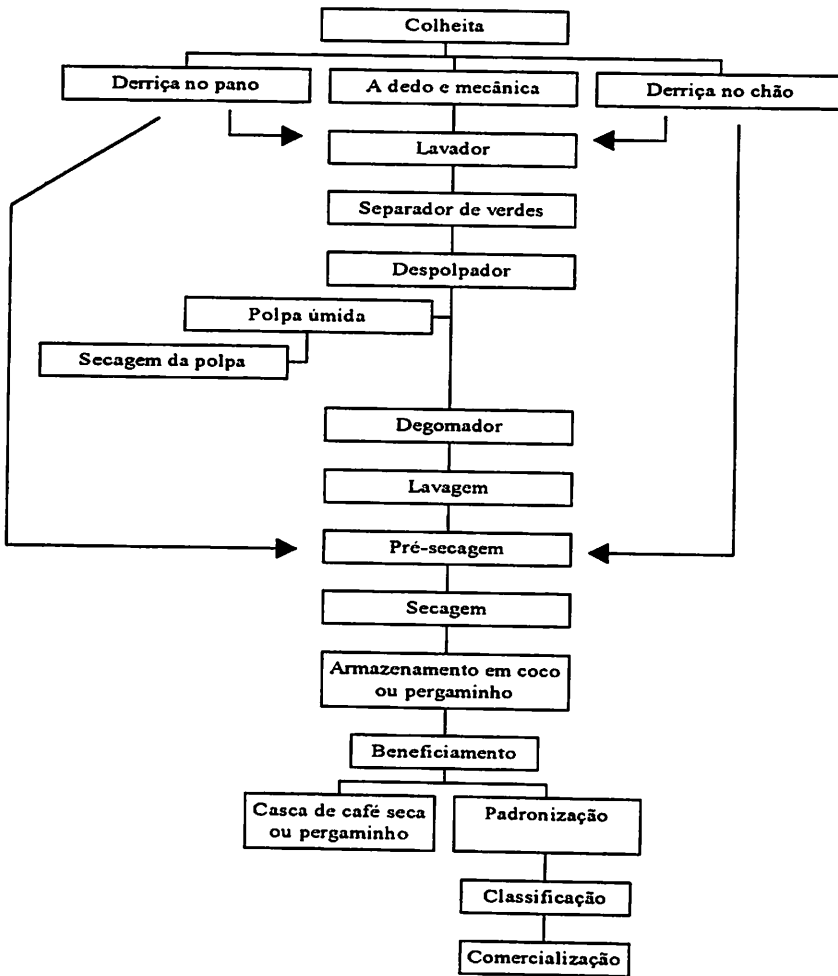


FIGURA 1.2 Esquema de processamento (preparo) do café e obtenção dos subprodutos casca e polpa de café (Fonte: Adaptado de Matiello, 1991).

A análise da polpa desidratada de café realizada por Bressani, Estrada e Jarquin (1972) mostra valores de 87,4% de matéria seca (MS), 2,5% de extrato etéreo (EE), 21,0% de fibra bruta (FB), 11,2% de proteína bruta (PB), 0,554%

de cálcio, 0,116% de fósforo, 1,76% de potássio e 1,5% de cafeína. A casca de café apresenta 10,2% de PB, 51,7% de fibra detergente neutro (FDN), 42,0% de fibra detergente ácido (FDA), 8,8% de lignina, 1,9% de EE, 0,86% de cafeína, 1,8% de taninos, 0,26% de cálcio e 0,72% de fósforo, segundo Barcelos et al. (1997). O pergaminho, segundo Jarquin Murilo e Gonzales (1974), apresenta 0,45% de carboidratos solúveis, 68,82% de carboidratos estruturais, 9,1% de lignina, 96,21% de extrato livre de nitrogênio mais FB e 10,30% de digestibilidade da MS, enquanto Murillo, Cabezas e Bressani (1975) encontraram resultados para o pergaminho de 11,8% de conteúdo celular, 88,2% de fibra em detergente neutro (FDN), 67,5% de fibra em detergente ácido (FDA), 20,7% de hemicelulose, 44,5% de celulose e 17,7% de lignina.

Vargas, Cabezas e Bressani (1977), avaliando a digestibilidade de concentrados com 20, 40 e 60% da polpa de café, não encontraram diferença na digestibilidade da MS, matéria orgânica, fibra bruta, conteúdo celular, parede celular e energia bruta. No entanto, com relação à PB, observaram diminuição na digestibilidade, com o aumento da polpa de café no concentrado.

Alguns trabalhos de pesquisa recomendam que a casca de café sem tratamento químico e na sua forma integral moída pode ser utilizada para novilhos confinados, bezerros em crescimento e vacas em lactação (Barcelos et al., 1995; Barcelos et al.; 1996a; Barcelos et al.; 1996b; Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b). Estes estudos recomendam que a casca de café pode substituir o milho em 40 e 30% no concentrado de novilhos confinados, bezerros em crescimento e vacas em lactação, respectivamente, reduzindo significativamente o custo com alimentação destas categorias.

Estudo de Teixeira (1999) medindo a degradabilidade in situ de frações da casca de diferentes cultivares de café, indica que a cultivar Mundo Novo apresentou maiores resultados de degradabilidade da PB e menores valores de FDN e FDA, em relação às cultivares Catuai e Rubi.

A utilização dos alimentos pelos ruminantes é feita pela fermentação no rúmen e digestão no estômago e intestinos. No rúmen-retículo eles são submetidos à ação de fermentação microbiana. No entanto, a fermentação e digestão têm dificultado a predição do desempenho animal a partir de componentes da dieta (Sniffen et al., 1992).

A adequada caracterização dos nutrientes utilizados na alimentação de ruminantes depende do seu fracionamento (Sniffen et al., 1992). Os carboidratos podem ser fracionados em fração A, correspondente aos açúcares rapidamente degradáveis; fração B₁ correspondente aos carboidratos não-estruturais rapidamente degradáveis; B₂ constituindo a parede celular, disponível de acordo com as taxas de degradação e passagem, e fração C, a porção considerada não degradável (Sniffen et al., 1992).

O fracionamento dos carboidratos da casca e polpa de café, subprodutos com alto teor de fibra, é necessário para determinar com maior segurança a sua qualidade como alimento para ruminantes.

Recentemente foi desenvolvida uma técnica para facilitar o estudo cinético da digestão in vitro pela avaliação de produção de gás (Pell e Schofield, 1993). Esta metodologia mede a produção total de gás, liberada a partir da fermentação de uma amostra em líquido ruminal tamponado. O método é inteiramente automatizado, consistindo de garrafas com transdutor individual onde é avaliada a produção de gás. Esta técnica é de baixo custo e precisa, conforme os resultados apresentados por estes pesquisadores.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; BUENO, C.F.H.; FERREIRA, J.J.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. I - Resultados técnicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 427.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; BUENO, C.F.H.; FERREIRA, J.J.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. - Resultados técnicos do segundo ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994. p. 547.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; BUENO, C.F.H.; FERREIRA, J.J.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. - Resultados técnicos do 3º ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Maringá. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. p. 185-187.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; FERREIRA, J.J.; SETTE, R.S.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de bezerros em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996a. p.46-47.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; FERREIRA, J.J.; SETTE, R.S.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996b. p. 128-130
- 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**, 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** v. 26, n. 6, p. 1215-1221, nov./dez. 1997b.
- BÁRTHOLO, 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**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, 1987.
- BRAHAM, J.E.; JARQUIN, R.; GONZALEZ, J.M.; BRESSANI, R. Pulpa e pergamino de café - Utilización de la pulpa de café en forma de ensilage. **Revista Cafetalera**, Guatemala, n. 164, p. 25-34, abr. 1977.
- BRESANI, R.; ESTRADA, E.; JARQUIN, R. Pulpa e pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. **Turrialba**, San José, v. 22, n. 3, p. 299-304, jul./set. 1972.
- CABEZAS, M.T. Valor nutritivo de la pulpa de café para ganado de carne. **Agricultura en El Salvador**, San Salvador, v.15, n.3, p. 25-39, 1976.
- CABEZAS, M.T.; GONZALEZ, J.M.; BRESSANI, R. Pulpa e pargamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados com raciones elaboradas con pulpa de café. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 1, p.90-94, ene./mar. 1974.
- CABEZAS, M.T.; JARQUIN, R.; GONZALES, J.M.; ESTRADA, E.; BRESSANI, R. Pulpa e pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 2, p. 161-167, abr./jun. 1974.
- JARQUIN, R.; JORGE, M.G.; BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. **Turrialba**, San José, v. 33, n. 1, p. 41-47, ene./mar. 1973.

- JARQUIN, R.; MURILLO, B.; GONZALES, J.M. Pulpa e pergamino de café. VII. Utilización de pergamino de café en la alimentación de rumiantes. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 2, p. 168-172, abr./jun. 1974.
- JIMÉNEZ, F.L.O.; QUITIÑO R.A.; MARTÍNEZ, R.A.; RODRÍGUEZ. M. Uso de pulpa de café seca en el engorde de novillos en confinamiento. **Agricultura en El Salvador**, San Salvador, v.10, n.1, p.3-9, 1970.
- MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. p.c320. (Coleção do agricultor. Grãos).
- MOLINA, M.R.; FLUENTE, G.; BRESSANI R. Pulpa e pergamino de café. VIII. Estudios básicos sobre la deshidratación de la pulpa de café. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 3, p. 280-284, jul./set. 1974.
- MURILLO, B.; CABEZAS, M.T.; BRESSANI, R. Pulpa e pergamino de café. X. Cambios en la composición química del pergamino de café por efecto de diferentes tratamientos alcalinos. **Turrialba**, San José, v. 25, n. 2, p.179-182, abr./jun. 1975.
- MURILLO, B.; CABEZAS, M.T.; JARQUIN, R.; BRESSANI, R. Effect of bisulfite addition on the chemical composition and cellular content fractions of dehydrated coffee pulp. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 25, n. 5, p. 1090-1092, Sept./Oct. 1977.
- PELL, A.N.; SHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1063-1073, 1993.
- RAMIREZ-MARTINEZ, J.R. Phenolic compounds in coffee pulp: Quantitative determination by HPLC. **Journal of Science Food Agricultural**, London, v. 43, n. 2, p. 135-144, mar. 1988.
- RECINOS, F.F. Pulpa de café en la alimentación de bovinos. **Agricultura en el Salvador**, San Salvador, v. 15, n. 3, p. 3-10, 1976.

- RUIZ, M.E.; RUIZ, A. Efecto del consumo de pasto verde sobre el consumo de pulpa de café y la ganancia de peso en novillos. **Turrialba**, San José, v. 27, n. 1, p. 23-28, ene./mar. 1977.
- SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA. IBGE. Rio de Janeiro [on-line]. Disponível: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/tprnivt/6/8/35/187/3>. (Capturado em 20 de Ago. 2000).
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J. et. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p.3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, M.N.M. **Determinação da degradabilidade “in situ” das diferentes frações da casca de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 1999. 44p. (Dissertação-Mestrado)
- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; MURILLO, B. BRAHAM, E.J.; BRESSANI, R. Efecto de altos niveles de pulpa de café deshidratada sobre el crecimiento y adaptación de novillos jóvenes. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Bogotá, v. 32, n. 4, p. 972-989, dec. 1982.
- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; BRESSANI, R. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad *in vivo* de la pulpa. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 1, n. 1, p. 51-56, 1977a.
- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; BRESSANI, R. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. II. Absorción e retención de nitrógeno en novillos alimentados com concentrados elaborados com pulpa de café deshidratada. **Agronomía Costarricense**, San José, v.1, n. 2, p. 101-106, 1977b.

CAPÍTULO 2 Parâmetros bromatológicos da casca e polpa desidratada de café
(*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos

1 RESUMO

BARCELOS, A.F. **Parâmetros bromatológicos da casca e polpa de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes períodos de armazenamento.** Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Tese – Doutorado em Nutrição de Ruminantes).¹

Todo subproduto em fase inicial de utilização para a alimentação animal deve inicialmente ter analisada a sua composição bromatológica. Esta avaliação informará se o material tem ou não condições para ser utilizado. Com o objetivo de avaliar a casca e polpa desidratada de café quanto a composição bromatológica, conduziu-se o experimento no Laboratório de Nutrição Animal do DZO da UFLA e Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides de Carvalho do CTSM/EPAMIG, no período de outubro de 1997 a dezembro de 1998, utilizando casca e polpa desidratada das cultivares de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo, da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG. A polpa foi obtida pela despulpa úmida em despulpador mecânico e, em seguida, seca ao sol até 13% de umidade. Os materiais foram armazenados em sacos de rafia em ambiente coberto, ventilado e seco, por um ano, com amostragem em triplicata a cada 90 dias. Os teores de MS, celulose e hemicelulose não variaram com o armazenamento, cultivar e material. A polpa desidratada apresentou maiores teores de PB, FDN, FDA e menor teor de EE comparada à casca de café. A cultivar Mundo Novo, apresentou maior teor de PB na casca e polpa desidratada do que as cultivares Catuaí e Rubi. O teor de FDN reduziu linearmente com o tempo de armazenamento. O teor de ferro foi alto na casca e polpa. As variedades Catuaí e Mundo Novo apresentaram, respectivamente, maiores valores de cálcio e menores de fósforo comparados aos da cultivar Rubi, enquanto a cultivar Rubi apresentou menor teor de magnésio seguida da Mundo Novo, em relação a cultivar Catuaí. A casca apresentou maior teor de potássio e cobre ao longo de 360 dias de armazenamento, comparada à polpa desidratada. A casca e polpa desidratada de café são materiais com bom teor de proteína bruta, magnésio, zinco, cobre e manganês. A casca e polpa desidratada podem ser armazenadas por um período de 12 meses, sem sofrer alterações na composição química. De modo geral, a casca e polpa de café podem ser consideradas alimentos volumosos de qualidade média, mas a sua utilização na alimentação de bovinos deve ser limitada, tendo em vista os altos teores de potássio e ferro.

¹ Comitê orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramón Olaquialga Pérez – UFLA, Roberto Maciel Cardoso – UFLA.

2 ABSTRACT

BARCELOS, A.F. Bromatological parameters of the hulls and dehydrated pulp of coffee (*Coffea arabica* L.) by different stored periods.

The bromatological composition of every by-product in initial phase of use for animal feeding should at first be analyzed. This evaluation will inform whether the material possesses or not conditions to be used. With the objective of evaluating of the hull and dehydrated pulp of coffee as the bromatological composition, the experiment was conducted in the Animal Nutrition Laboratory of the UFLA Animal Science Department over the period of 1997 to December of 1998, utilizing dehydrated hull and pulp of the coffee cultivars Catuaí, Rubi and Mundo Novo of the EPAMIG Experimental Farm of São Sebastião do Paraíso. 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. The contents of DM, cellulose and hemicellulose did not vary with storage, cultivar and material. The dehydrated pulp presented higher contents of CP, NDF, ADF and poorer content of EE as compared with coffee hull. The Mundo Novo cultivar presented higher content of CP in the dehydrated hull and pulp than the cultivars Catuaí and Rubi. NDF content reduced linearly with storage time. The iron content was high in the hull and pulp. The varieties Catuaí and Mundo Novo presented respectively highest values of calcium and smallest of phosphorus comparing with those of the cultivar Rubi whereas the cultivar Rubi presented smallest content of magnesium followed by Mundo Novo regarding to the cultivar Catuaí. The hull presented highest potassium and copper content along 360 day's storage, compared with the dehydrated pulp. The dehydrated coffee hull and pulp are materials with high contents of crude protein, magnesium, zinc, copper and manganese. The dehydrated hull and pulp may be stored for a 12-month period without suffering changes in their chemical composition. In general, the coffee hull and pulp may be regarded as medium quality roughage but their use in feeding cattle should be limited, having in mind the high contents of potassium and iron.

3 INTRODUÇÃO

Todo subproduto desconhecido para a alimentação animal deve inicialmente ser analisado quanto à sua composição química, para se determinar se o material tem ou não condições de ser utilizado. A partir desta análise e estabelecido que o material é potencialmente um alimento, parte-se, então, para análises mais detalhadas, visando avaliar e quantificar este potencial.

Nutrientes como proteína, carboidratos, fibras e minerais, são vitais para o animal e sua flora microbiana, especialmente ruminantes. Conhecer o valor desses nutrientes fornecerá os parâmetros para indicar ou não sua utilização na alimentação.

A casca de café no Brasil e a polpa de café na Colômbia, El Salvador e Porto Rico vêm sendo estudadas há alguns anos, para serem utilizadas na alimentação de ruminantes. Esses estudos têm mostrado ser possível a utilização, de forma controlada, na alimentação de ruminantes, principalmente naquelas regiões cafeeiras onde principalmente a casca de café existe em grandes quantidades. No entanto, tais pesquisas foram realizadas com material misto, ou seja, casca de café proveniente de várias cultivares, o que poderia justificar a variação nos resultados, principalmente as diferenças nos valores químicos encontrados.

A forma de obtenção da polpa pode reduzir seu valor como alimento para os animais, mesmo sendo retirada a parte fibrosa que é o pergaminho. Por ser a despulpa um processo úmido, a fração solúvel da polpa, principalmente carboidratos, será removida pela água que lava os grãos e, conseqüentemente, a polpa. Essas especulações precisam ser comprovadas em estudos comparativos entre casca e polpa de café.

A polpa de café, para ser aproveitada como alimento, devido ao seu alto teor de umidade deve passar por métodos de conservações como desidratação ou

ensilagem. A desidratação ao sol poderá ser a forma de conservação mais econômica e pode ser armazenada, o que facilita sua utilização em pequenas quantidades.

Este estudo teve por objetivo avaliar a casca e polpa desidratada de três cultivares de café, armazenadas por um período de doze meses, em relação a alguns parâmetros bromatológicos, visando a sua utilização na alimentação de ruminantes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A casca de café é oriunda da limpeza do café em coco, composta de epicarpo (casca), mesocarpo (polpa ou mucilagem), endocarpo (pergaminho) e película prateada. A polpa é o resíduo da despolpa úmida do café cerejea, composto de epicarpo e parte do mesocarpo (Matiello, 1991). As diferenças básicas entre esses materiais são de que a casca é obtida seca e contém o pergaminho, enquanto a polpa é úmida e não possui o pergaminho, pois este fica envolto ao grão de café como forma de proteção. O pergaminho 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).

Segundo Teixeira (1995), pode-se considerar a equivalência entre os nutrientes da casca e da polpa, independente de variedade, uma vez que os resultados de várias análises químicas têm mostrado resultados semelhantes. Ribeiro Filho (1998) mostra levantamento dos valores máximos e mínimos para a composição bromatológica da casca e polpa, no qual alguns resultados, como teores de cálcio, variaram de 0,03 a 0,5%.

A análise da polpa desidratada realizada por Bressani, Estrada e Jarquin (1972) mostra valores de 87,4% de matéria seca (MS), 2,5% de extrato etéreo

(EE), 21,0% de fibra bruta (FB), 11,2% de proteína bruta (PB), 0,554% de cálcio, 0,116% de fósforo, 1,76% de potássio e 1,5% de cafeína.

Os trabalhos de Barcelos et al. (1997a), Barcelos et al., (1997b) mostram, respectivamente que a casca de café mista apresenta 89,7 e 87,7% de MS, 10,3 e 11,4% de PB, 51,7 e 48,4% de FDN, 42,0 e 33,0% de FDA, 1,9 e 1,8% de EE, 0,43 e 0,21% de cálcio e 0,09 e 0,12% de fósforo. Mostraram ainda que a casca pode substituir o milho em 40 e 30% no concentrado de novilhos confinados e vacas em lactação, respectivamente, reduzindo significativamente o custo com alimentação.

Estudo de Teixeira (1999) com a casca integral e melosa de diferentes cultivares de café mostra que a cultivar Mundo Novo e a casca “melosa” apresentaram menores valores de FDN e FDA, em relação às cultivares Catuaí e Rubi, e a casca integral. A quantidade de PB foi sempre maior para a casca “melosa” que a integral, independente da cultivar; a casca “melosa” foi a casca integral da qual foi retirado o pergaminho.

Os dados de Ribeiro Filho (1998) mostram valores de 90,0%; 8,5%; 70,7%; 45,3%; 0,03% e 0,12% respectivamente para MS, PB, FDN, FDA, cálcio e fósforo, da casca, utilizando casca de café oriunda de uma empresa de beneficiamento na cidade de Lavras-MG, constituída de uma mistura de variedades.

Avaliando a composição química da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio, Souza (1999) apresenta valores de 10,9% de PB, 50,2% de FDN, 35,5% de FDA, 14,6% de hemicelulose, 22,7% de celulose, 1,6% de gordura e 7,4% de matéria mineral. A casca de café foi obtida em indústrias beneficiadoras localizadas no sul do estado de Minas Gerais, constituído, provavelmente, de casca de café de varias cultivares.

Furusho (1995), utilizando casca de café na alimentação de cordeiros, encontrou teores de PB 8,9%, FDN 70,5%, FDA 55,1% e hemicelulose 15,3%.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras e 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.

Utilizou-se casca e polpa desidratada de três cultivares de café (Catuai, Rubi e Mundo Novo) provenientes da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG.

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

Tanto a casca quanto polpa foram armazenadas em sacos de ráfia, em ambiente coberto, ventilado e seco, por um ano. Neste período, foram coletadas amostras em triplicatas 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.

Neste trabalho avaliou-se, na casca e na polpa desidratada, os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e matéria mineral, segundo Silva (1981), e os minerais, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ferro, cobre, zinco e manganês, segundo AOAC (1990).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições, em esquema fatorial 3x2x5 (cultivar x material x armazenamento), cujas cultivares foram Catuai vermelho IAC2077-2-5-99, Rubi MG1192 e

Mundo Novo IAC379-19. O material utilizado foi casca e polpa desidratada e o armazenamento 0, 90, 180, 270, e 360 dias, conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + M_j + P_k + CM_{ij} + CP_{ik} + MP_{jk} + CMP_{ijk} + e_{ijkl}$$

sendo:

μ = média geral;

Y_{ijkl} = observação referente a cultivar i do material j no tempo k e repetição l ;

C_i = efeito da variedade, sendo $i = 1$ a 3 ;

M_j = efeito de material, sendo $j = 1$ a 2 ;

P_k = efeito do período de armazenamento, sendo $k = 1$ a 5 ;

CM_{ij} = efeito da interação de cultivar i e material j ;

CP_{jk} = efeito da interação cultivar i e período de armazenamento k

MP_{jk} = efeito da interação material j e período de armazenamento k ;

CMP_{ijk} = efeito da interação cultivar i , material j e período de armazenamento k ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, sendo $l = 1$ a 3 .

Os dados foram analisados utilizando-se pacote estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – Sisvar, segundo Ferreira (2000) e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou diferença entre cultivar ($P \leq 0,00$) e material ($P \leq 0,00$) quanto à proteína bruta, interação cultivar x material para extrato etéreo ($P \leq 0,03$), material ($P \leq 0,01$) e período de armazenamento ($P \leq 0,00$) para fibra em detergente neutro e material ($P \leq 0,00$) para fibra em detergente ácido. Com relação aos minerais, houve diferença significativa entre cultivar ($P \leq 0,00$) e interação cultivar x período de armazenamento ($P \leq 0,02$) quanto ao

cálcio; entre cultivar para fósforo ($P \leq 0,00$) e magnésio ($P \leq 0,00$); material ($P \leq 0,00$ e $P \leq 0,00$) e material x período de armazenamento ($P \leq 0,01$ e $P \leq 0,00$), respectivamente, para potássio e cobre.

Os valores de matéria seca (MS), celulose e hemicelulose da casca e polpa não variaram com o armazenamento, cultivar e material (TABELA 2.1). Os teores de matéria seca da casca e polpa desidratada foram inferiores aos encontrados por Teixeira (1999) para a casca de café, quando trabalhou com a casca integral, melosa e pergaminho e encontrou valores que variaram de 90,3% para a casca melosa a 97,2% para o pergaminho. Os valores deste estudo são próximos aos de Souza (1999), Barcelos et al. (1997a) e Barcelos et al. (1997b) com casca de várias cultivares.

TABELA 2.1. Teores médios de MS, celulose e hemicelulose, da casca e polpa desidratada, de três cultivares de café.

Cultivares	MS		Celulose (% MS)		Hemicelulose (% MS)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuai	88,44	88,69	37,92	36,77	24,64	23,45
Rubi	88,23	88,56	37,16	36,87	24,60	23,01
M. Novo	88,46	88,45	36,70	36,39	25,71	24,42
Média	88,37	88,57	37,26	36,68	24,98	23,63
CV (%)	0,5246		5,78		20,23	

O teor de matéria seca na casca apresenta menor variação que a polpa, uma vez que é obtida da limpeza do café em coco, o qual é seco entre 11 e 12% de umidade, padrão de estocagem, ao passo que a polpa é desidratada ao sol, com teor de umidade variando de 12 a 15%.

Os valores de celulose e hemicelulose dos materiais, independente da cultivar, foram, respectivamente, inferiores e superiores (Tabela 2.1) aos de

Furusho (1995) (42,0 e 15,3%), mas dentro dos limites encontrados na literatura para a casca e polpa desidratada, os quais são de 14,7 a 42,0% para a celulose e de 4,3 a 15,3% para hemicelulose (Ribeiro Filho, 1998).

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 (Bressani, Estrada e Jarquin, 1972); a casca de café representa 46% da matéria seca do grão. Considerando esta proporção e os dados deste trabalho (Tabela 2.1 e 2.2), a polpa desidratada e a casca são materiais fibrosos, necessitando de estudos mais detalhados para avaliar o seu potencial como alimento.

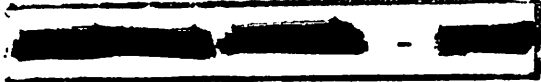
A polpa desidratada apresentou teores significativamente maiores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e menor teor de extrato etéreo (EE), comparada à casca, independente da variedade, conforme apresentado na Tabela 2.2. Não houve diferença nos valores de FDN e FDA entre cultivares.

TABELA 2.2. Teores médios de PB, EE, FDN e FDA da casca e polpa desidratada, de três cultivares de café (% da MS). *

Cultivar	PB		EE		FDN		FDA	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuai	9,48b	12,58b	2,78A	2,65A	77,32	77,84	52,69	54,39
Rubi	9,59b	12,64b	2,72A	2,56A	77,16	78,33	52,56	55,33
M. Novo	10,68a	13,60a	2,95A	2,47B	77,08	78,06	51,37	53,64
Média	9,92B	12,94A	2,81A	2,56B	77,19B	78,08A	52,20B	54,45A
CV (%)	3,96		10,18		2,14		8,83	

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

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



O teor de PB da polpa desidratada foi maior na cultivar Mundo Novo, comparado às cultivares Catuaí e Rubi. O teor de PB da casca também foi maior na cultivar Mundo Novo, comparado às demais. Com relação ao teor de EE na casca não houve diferença entre as variedades.

Os teores de PB, EE, FDN e FDA da casca estão próximos daqueles descritos por Barcelos et al. (1997a), Barcelos et al. (1997b) e superiores aos de Ribeiro Filho (1998), Vilela (1999) e Teixeira (1999).

Teixeira (1999), avaliando as frações da casca das cultivares Catuaí, Mundo Novo e Rubi, encontrou valores de 10,1; 9,6; 10,0%, 71,6; 58,7; 70,1% e 67,0; 55,5 e 58,8%, respectivamente para PB, FDN e FDA. Estes valores diferem dos encontrados neste estudo (Tabela 2.2), principalmente com relação a FDN da cultivar Mundo Novo e FDA da cultivar Catuaí, em que as diferenças foram, respectivamente, 24% menor e 27% maior.

As informações sobre a polpa desidratada são limitadas até o momento, não existindo citações de trabalhos brasileiros com este material. Assim, as comparações limitam-se a trabalhos realizados em outros países da América Latina, em que a obtenção do material pode diferenciar-se do obtido no Brasil. Os valores de PB e FDN da polpa desidratada estão acima dos valores máximos da literatura (11,7 e 70,0%), enquanto EE e FDA estão abaixo dos valores máximos da literatura (6,0 e 55,1%) (Ribeiro Filho, 1998). Os teores de PB da casca e polpa estão acima do teor médio do milho (9%), no entanto, não existe informação sobre a qualidade desta proteína.

O período de armazenamento influenciou ($P \leq 0,00$) o teor de FDN da casca e polpa desidratada, independente de cultivar, conforme a Figura 2.1, em que o efeito linear mostra redução de teor de FDN ao longo de 360 dias de armazenamento. Para haver redução do teor de FDN ao longo do tempo, o mais provável é que tenha ocorrido decomposição natural da fibra, tanto da casca, quanto da polpa desidratada, ao longo do tempo de armazenamento.

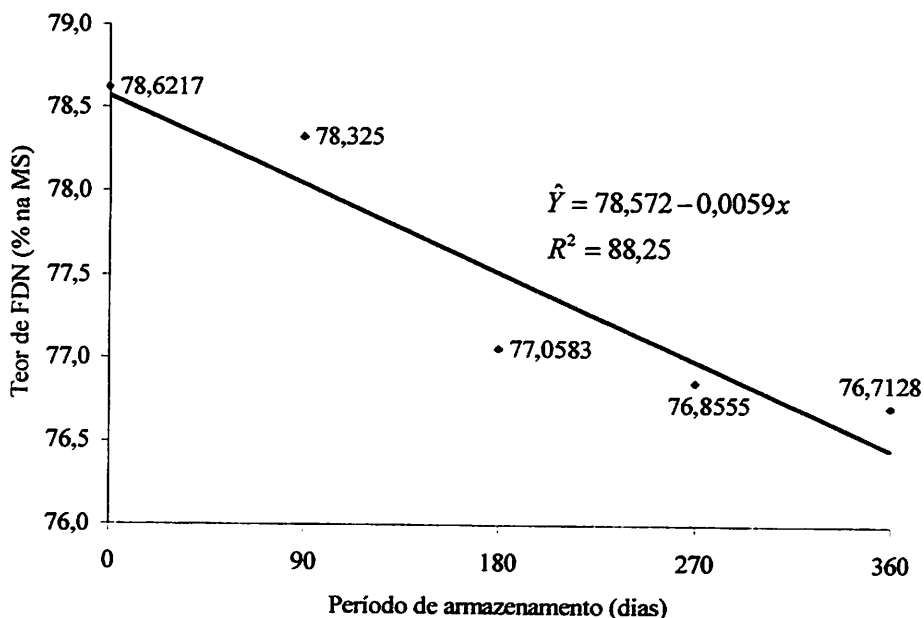


FIGURA 2.1. Efeito do período de armazenamento no teor médio de FDN da casca e da polpa de café, em %, na MS.

A casca e polpa desidratada são materiais fibrosos com razoável teor de proteína (Tabelas 2.1 e 2.2). Os teores de FDN e FDA assemelham-se ao do capim elefante em floração (Van Der Madé et al., 1998) e situam-se entre valores da palha de milho e da palha de trigo (Doane, Schofield e Pell, 1997).

A análise de variância não mostrou diferença para os teores de matéria mineral ($P \geq 0,50$), ferro ($P \geq 0,56$), zinco ($P \geq 0,97$) e manganês ($P \geq 0,80$), da casca e polpa desidratada das cultivares e os teores são apresentados na Tabela 2.3. Os valores de zinco e manganês são inferiores aos das gramíneas tropicais que, segundo Gomide (1976), podem variar, respectivamente, de 30 a 116 mg/kg e 62 a 192 mg/kg. Os teores de zinco da casca e polpa desidratada estão abaixo e o de manganês acima das exigências de bovinos de corte, em crescimento e terminação, que são de 30 e 20 mg/kg, respectivamente, segundo NRC (1996).

Entretanto, estes valores também estão abaixo dos níveis tóxicos para ruminantes, que são, respectivamente, de 500 e 1000 mg/kg (NRC, 1996).

Os teores de ferro estão apresentados na Tabela 2.3. Estes valores estão acima da concentração máxima tolerada por novilhos em crescimento e terminação que, segundo o NRC (1996), é de 1000 mg/kg. Valores elevados para este elemento, são explicados pelo fato do material ter sido seco em terreiros e, embora sendo de superfície coberta com concreto, houve contaminação com solo rico neste elemento.

TABELA 2.3. Teores médios de matéria mineral, ferro, zinco e manganês, da casca e polpa desidratada, de três cultivares de café.

Cultivar	Matéria mineral		Ferro		Zinco		Manganês	
	(% MS)		(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuai	8,47	8,42	1256	1247	21,22	21,29	70,56	71,00
Rubi	8,42	8,56	1262	1248	21,14	21,22	70,85	71,94
M. Novo	8,66	8,52	1251	1226	21,35	21,38	71,45	71,68
Média	8,52	8,50	1257	1240	21,24	21,30	70,95	71,54
CV (%)	5,85		5,06		13,53		6,65	

A análise de variância encontrou diferença entre cultivares, para os teores de cálcio ($P \geq 0,00$), fósforo ($P \geq 0,00$) e magnésio ($P \geq 0,00$). Pela Tabela 2.4, observa-se que as variedades Catuai e Mundo Novo apresentaram, respectivamente, maiores valores de cálcio e menores de fósforo, comparados aos da cultivar Rubi. A cultivar Rubi também apresentou menor teor de magnésio seguida da Mundo Novo, em relação à cultivar Catuai. De maneira geral, os valores de cálcio e fósforo foram semelhantes aos encontrados por Barcelos et al. (1997a) e Barcelos et al. (1997b) para casca de café mista. Segundo Ribeiro Filho (1998), os valores máximos e mínimos encontrados na

literatura para casca e polpa são de 0,03 a 0,5% e 0,03 a 0,16%, respectivamente, para cálcio e fósforo. Os valores encontrados neste estudo estão próximos dos maiores valores da literatura (Bressani, Estrada e Jarquin, 1972; Jarquin et al., 1973; Vargas et al., 1982; Vélez, Garcia e Rozo, 1982; Ramirez-Martinez, 1988; Fialho, Lima e Oliveira, 1993; Leitão, 1995; Furusho, 1995; Barcelos et al., 1997a e Barcelos et al., 1997b).

♣
TABELA 2.4. Teores médios de cálcio, fósforo e magnésio da casca e da polpa desidratada de três cultivares de café.

Cultivar	Cálcio (% MS)	Fósforo (% MS)	Magnésio (% MS)
Catuai	0,37a	0,17b	0,19a
Rubi	0,34b	0,19a	0,17c
Mundo Novo	0,37a	0,17b	0,18b
CV (%)	3,28	6,08	6,53

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

Na Tabela 2.5 são apresentados os valores de cálcio, das cultivares, por período de armazenamento. Ao longo de 360 dias de armazenamento, as cultivares Catuai e Mundo Novo apresentaram maiores valores de cálcio que a Rubi.

Pelas exigências de manutenção de um novilho adulto, de 9 g para o cálcio e 7 g para o fósforo (NRC, 1996), a casca e polpa desidratada não podem ser consideradas como fonte destes elementos. Pelos valores encontrados (Tabela 2.5), pode ser fonte do elemento magnésio, uma vez que a exigência para bovinos de corte em crescimento e terminação é de 0,1% (NRC, 1996).

Encontrou-se efeito significativo ($P \leq 0,01$) de cultivar e material para o elemento potássio na interação entre material x período. A casca apresentou maior teor de potássio ao longo de 360 dias de armazenamento, comparada à

polpa desidratada, Tabela 2.6. Esta diferença a favor da casca é explicada em função da sua composição, da qual fazem parte o pergaminho e a mucilagem, representando 12 e 5% (na MS) do grão de café cereja, segundo Bressani, Estrada e Jarquin (1972), enquanto a polpa desidratada não contém estas frações. Assim, boa parte do potássio pode estar na fração pergaminho.

TABELA 2.5. Teores médios de cálcio (% MS), da casca e da polpa, de três cultivares de café, segundo o período de armazenamento.

Cultivar	Período de armazenamento em dias					Média
	0	90	180	270	360	
Catuai	0,37a	0,36a	0,37a	0,37a	0,37a	0,37A
Rubi	0,33b	0,35b	0,34b	0,34b	0,34b	0,34B
M. Novo	0,38a	0,37a	0,37a	0,37a	0,37a	0,37A
CV (%)	3,28					

Colunas: médias seguidas de letras minúsculas e ou maiúsculas diferentes, diferem estatisticamente pelo teste Scott & Knott a 5%.

TABELA 2.6. Teores médios de potássio (% MS), da casca e polpa de café, segundo o período de armazenamento.

Material	Período de armazenamento em dias					Média
	0	90	180	270	360	
Casca	3,42a	3,64a	3,54a	3,57a	3,50a	3,53A
Polpa	2,91b	2,75b	2,84b	2,84b	2,85b	2,84B
CV (%)	4,98					

Colunas: médias seguidas de letras minúsculas e ou maiúsculas diferentes, diferem estatisticamente pelo teste t a 5%.

Esses materiais podem ser considerados ricos do elemento potássio. Apesar do NRC (1996) indicar como nível máximo diário de um novilho em

crescimento e engorda de potássio ser de 3%, McDowell, Conrad e Hembry (1993) afirmam que intoxicação por potássio, sob condições normais, não é problema, uma vez que o potássio ingerido após haver atingido as exigências é excretado rapidamente.

A casca e polpa desidratada de café apresentaram interação significativa ($P \leq 0,05$) material x período de armazenamento para o cobre. Os valores apresentados na Tabela 2.7 mostram que, durante um ano de armazenamento, a casca de café teve maior porcentagem de cobre em relação à polpa desidratada.

O fato de a polpa de café apresentar menor teor de cobre em relação à casca pode estar associado à forma de obtenção deste material. A polpa de café não possui o pergaminho e a fração solúvel (goma), ao passo que a casca os possui. Assim, maior quantidade de cobre na casca é devida à fração pergaminho.

TABELA 2.7. Teores médios de cobre (mg/kg), da casca e polpa desidratada de três cultivares de café, segundo o período de armazenamento.

Material	Período de armazenamento em dias					Média
	0	90	180	270	360	
Casca	17,21a	17,97a	17,24a	17,63a	15,89a	17,19A
Polpa	15,05b	14,66b	15,11b	14,45b	16,16b	15,09B
CV (%)	6,37					

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

Segundo o NRC (1996), a exigência em cobre de um novilho em crescimento e terminação é de 10 mg/kg e a concentração máxima tolerável é de 100 mg/kg. Assim, a casca e polpa podem atender a esta exigência se a biodisponibilidade for de 50%.

Pelas variáveis estudadas neste trabalho, a casca e a polpa desidratada de café podem ser comparadas a uma gramínea tropical de maturação média, representando uma alternativa de alimentação para bovinos, principalmente para os produtores das regiões cafeeiras, onde esses materiais existem em grande quantidade.

Um problema que pode afetar a utilização da casca e polpa de café é a sua moagem. O processo de moagem reduz a granulometria dos resíduos, e esses terão maior taxa de passagem pelo trato digestivo, se comparados por exemplo, ao capim elefante, o que pode limitar o uso, em grande quantidade, destes materiais.

7 CONCLUSÕES

O armazenamento da casca e polpa desidratada de café reduz o teor de FDN e não altera os valores dos parâmetros bromatológicos.

A casca e polpa de café podem ser classificadas como alimento volumoso de qualidade média e sua utilização na alimentação de bovinos deve ser limitada, tendo em vista os altos teores FDN, FDA, potássio e ferro.

A polpa de café possui maior teor de fibras de degradação lenta e baixa, comparada à casca de café. A casca e polpa de café da cultivar Mundo Novo apresentaram maiores teores de proteína bruta e extrato etéreo e menor teor de FDA, comparada a Catuai e Rubi.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

- 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*, Viçosa, v. 26, n. 06, 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. 06, p. 1215-1221, nov./dez. 1997b.
- BRESANI, R.; ESTRADA, E.; JARQUIN, R. Pulpa e pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba*, San José, v. 22, n. 3, p. 299-304, jul./set. 1972.
- DOANE, P.H.; SCHOFIELD, P.; PELL, A.N. Neutral detergent fiber and gas and volatile fatty acid production during the in vitro fermentation of six forages. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 75, n. 12, p. 3342-3352, Dec. 1997.
- 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. *Anais...* São Carlos, SP: SIB, 2000. p. 255-258.
- FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.; OLIVEIRA, A.I.G. Utilization of coffee hulls in diets of growing and finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 71, p. 164, 1993. Supl. 1 (abst. 297) (85 Th. Annual Meeting of American Animal Science Association, 1993)
- 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 – Mestrado).
- GOMIDE, J.A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGEM, 1976, Belo

Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFMG/UFV/EPAMIG/ESAL/ USAID, 1976. p. 20-33.

JARQUIN, R.; GONZALEZ, J.M.; BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. II Utilization de la pulpa de café em la alimentación de ruminates. Turrialba, San José, v.23, n.1, p.41-47, jan./mar. 1973.

LEITÃO, R.A. Valor nutritivo da casca de café (*Coffea arabica*, L.) tratada com hidróxido de sódio e/ou uréia suplementada com feno de alfafa (*Medigo sativa*, L.). Lavras: UFLA, 1995. 60 p. (Dissertação – Mestrado em Zootcna).

MATIELLO, J.B. O café: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. p.320. (Coleção do Agricultor. Grãos).

McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; HEMBRY, F.G. Minerales para ruminantes em pastoreo em regiones tropicales. 2. ed. Gainesville, 1993. 76p. (Boletin Universidad de Florida).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of domestic animals. 17. ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

RAMIREZ-MARTINES, J.R. Phenilic compounds in coffee pulp: quantitative determination by HPLC. *Journal of the Science of Food Agriculture*, Oxford, v. 43, n. 2, p. 135-144, 1988.

RIBEIRO FILHO, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro da casca de café e desempenho de novilhos mestiços em fase de recria. Lavras: UFLA, 1998. 55p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Washington, v. 30, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA, D.J. Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos. Viçosa, UFV, 1981. 166p.

- SOUZA, A.L. **Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio.** Viçosa, MG: UFV, 1999. 58p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes)
- TEIXEIRA, J.C. Café. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 123-151.
- TEIXEIRA, M.N.M. **Determinação da degradabilidade “in situ” das diferentes frações da casca de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.).** Lavras: UFLA, 1999. 44p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).
- VAN DER MADE, I.E.; MALAFAIA, P.; MORENZ, M.J.F.; CABRAL, L.S. **Produção de gás oriunda da MS e FDN da alfafa e capim elefante.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu: **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. Resumo RUM166.
- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; MURILLO, B. BRABAM, J.E.; BRESSANI, R. **Efecto de altos niveles de pulpa de café deshidratada sobre el crecimiento y adaptación de novillos jóvenes.** **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Bogotá, v.32, n.4, p.973-989, dec. 1982.
- VELEZ, A.J.R.; GARCIA, I.A.A.; ROZO, M.P. **Interacion *in vitro* entre los polifenoles de la pulpa de café y algunas proteínas.** **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Bogotá, v.35, n.2, p.297-305, jun. 1985.
- VILELA, F.G. **Uso da casca de café *melosa* em diferentes níveis na alimentação de novillos confinados.** Lavras: UFLA, 1999. 46p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).

**CAPÍTULO 3 Fatores antinutricionais da casca e polpa desidratada de café
(*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos**

1 RESUMO

BARCELOS, A.F. Fatores antinutricionais da casca e polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Tese – Doutorado em Nutrição de Ruminantes).¹

Ao propor sistemas de alimentação para os animais deve-se conhecer detalhadamente os alimentos para que nenhuma substância da sua composição interfira no consumo, digestibilidade e metabolismo ruminal. Com o objetivo de avaliar os teores de cafeína, taninos, lignina e sílica, na casca e polpa desidratada de três cultivares de café, conduziu-se o experimento 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, da EPAMIG, no período de outubro de 1997 a dezembro de 1998, utilizando casca e polpa desidratada das cultivares de café Catuai, Rubi e Mundo Novo, da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG. A polpa foi obtida pela despulpa úmida em despulpador mecânico e, em seguida, seca ao sol até 13% de umidade. Os materiais foram armazenados em sacos de ráfia, em ambiente coberto, ventilado e seco, com amostragem em triplicata a cada 90 dias. A regressão mostrou aumento quadrático de 13% no teor de cafeína ao longo de 360 dias de armazenamento. O teor de taninos reduziu-se linearmente ao longo do armazenamento. Os valores de taninos foram de 1,70% comparado a 2,77% nos materiais sem armazenamento, redução de aproximadamente 38,6% no período de um ano. Os teores de lignina (em % na MS e % da FDN) reduziram linearmente. Redução de 2,6% para a porcentagem de lignina na MS (11,7 para 11,4%) e 5,8% na porcentagem de lignina da FDN (10,4 para 9,8%), nos materiais sem armazenagem comparados a doze meses de armazenamento. Houve diferença significativa entre casca e polpa desidratada para a variável sílica. Maior valor de sílica na casca comparado à polpa pode ser decorrente da presença do pergaminho, uma vez que a polpa não o possui. A armazenagem da casca e polpa desidratada por um período de doze meses melhora as qualidades destes materiais, uma vez que reduziu os teores de taninos e lignina. Os teores de cafeína encontrados são limitantes na utilização de grandes quantidades desses materiais para ruminantes.

¹ Comitê orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramón Olaquialga Pérez – UFLA, Roberto Maciel Cardoso – UFLA.

2 ABSTRACT

BARCELOS, A.F. Antinutritional factors of the dehydrated hull and pulp of coffee (*Coffea arabica* L.) stored for different periods.

In proposing feeding system for ruminant animals, one must know the feeds, which will be employed in order not to use feeds containing any factor, which may interfere in the absorption, digestibility and ruminal metabolism. With the purpose of evaluating the contents of caffeine, tannins, lignin and silica in the dehydrated hull and pulp of three coffee cultivars, the experiment was conducted in the the Animal Nutrition Laboratory of the UFLA Animal Science Department over the period of October 1997 to December 1998 utilizing hull and dehydrated pulp of coffee cultivars Catuaí, Rubi, Mundo Novo coming from EPAMIG Experimental Farm of São Sebastião do Paraíso. 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. The quadratic effect shown increased caffeine content along 360 day storage, this increase was of 13% along 12 months. Tannin content was reduced linearly along the storage. The values of tannin were of 2.775 compared with 1.70% in the materials without storage. The reduction was of 38.6% in one year's period. Lignin contents (in% in DM and% of NDF) were reduced linearly. The decrease of 2.6% for lignin percentage in DM (11.7 to 11.4%) and 5.8% in the lignin percentage of NDF (10.4 to 9.8%) in the materials with no storage compared to 12-month storage. There was a significant difference between the dehydrated hull and pulp for the variable silica. Increased value of silica in the hull, compared to the pulp may be due to the presence of parchment in this material, since this pulp does no possess it. The storage of dehydrated hull and pulp for a 12-month period improves the qualities of these materials since it reduced tannin and lignin contents. The values of caffeine found are limiting in the use of great amounts of those materials for ruminants.

3 INTRODUÇÃO

A nutrição de ruminantes pode ser considerada mais complexa que a nutrição de monogástricos. Devido à anatomia do trato digestivo, os microorganismos presentes no rúmen fermentam alimentos fibrosos e sintetizam nutrientes, principalmente proteína e algumas vitaminas. Determinadas substâncias dos alimentos podem interferir no processo, reduzindo a capacidade dos microorganismos em transformar material fibroso, em nutrientes aproveitáveis.

Sob esse aspecto, o nutricionista, ao propor sistemas de alimentação para ruminantes, deve conhecer os alimentos que utilizará, para conciliar associações ótimas para os microorganismos. Alimentos que possuem fatores que podem interferir no processo fermentativo devem ser utilizados com cautela ou restrição, para não afetar o metabolismo ruminal.

A casca e a polpa de café têm sido recomendadas e utilizadas na alimentação de ruminantes. Pesquisas para buscar formas de utilização desses materiais devem-se basicamente à sua grande disponibilidade nas regiões cafeeiras.

Atualmente, com a maior cotação no mercado internacional do café de melhor qualidade, a despolpa tem sido empregada para produzir café de alto padrão. Esse processo gera a polpa, que tem tornado um problema para o cafeicultor, uma vez que pode ser poluente ao meio ambiente. Alternativas de utilização para este material são responsabilidade das instituições de pesquisa agropecuária.

Estudar detalhadamente a casca e a polpa desidratada de café definirá se é possível sua utilização na alimentação de ruminantes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar na casca e polpa desidratadas de três cultivares de café, armazenadas por um período de doze meses, os teores de

fatores antinutricionais, visando sua recomendação na alimentação de ruminantes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A polpa de café úmida e desidratada foi estudada em países da América Latina por Jiménez et al. (1970); Bressani, Estrada e Jarquin (1972); Jarquin et al. (1973); Cabezas et al. (1974); Cabezas, Gonzales e Bressani (1974); Molina, Fluente e Bressani (1974); Jarquin, Murilo e Gonzales (1974); Murillo, Cabezas e Bressani (1975); Recinos (1976); Cabezas (1976); Vargas, Cabezas e Bressani (1977a); Vargas, Cabezas e Bressani (1977b); Ruiz e Ruiz (1977); Braham et al. (1977); Murillo et al. (1977) e Vargas et al. (1982). Esses estudos indicam a presença de alguns componentes que interferem na utilização da polpa como alimento para ruminantes. Compostos como cafeína e taninos têm sido indicados como possíveis fatores antinutricionais da polpa, mas sem evidências conclusivas que apóiem esta afirmativa (Ramirez-Martinez, 1988).

Barcelos et al. (1997a) e Barcelos et al. (1997b) encontraram teores de 1,83 e 1,29% de taninos e 0,86 e 0,81% de cafeína, enquanto Ribeiro Filho (1998) encontrou teor de 2,08% para os compostos fenólicos totais da casca de café e 0,97% para cafeína.

Para Ramirez (1987), os compostos fenólicos, ou polifenóis, estão presentes nos vegetais e compreendem um grupo heterogêneo de substâncias, umas com estruturas químicas relativamente simples e outras complexas. Como os taninos e a lignina, o grão do fruto do café da espécie *Coffea arabica* L. caracteriza-se pelo alto conteúdo desses compostos e, em particular, dos chamados ácidos clorogênicos.

O conteúdo de fenólicos nas paredes primárias da célula é baixo e, nas monocotiledôneas, consiste em grande parte em monômeros de ácidos fenólicos,

aldeídos e polímeros fenólicos de baixo peso molecular (Chesson e Forsberg, 1988). Os ácidos fenólicos podem ser encontrados na parede secundária de gramíneas, em aproximadamente 1% da MS, sendo a lignina o material fenólico de maior teor presente na parede secundária.

Existe evidência de que alguns monômeros fenólicos, liberados durante a degradação microbiana de materiais fibrosos das plantas, podem inibir o crescimento de certas bactérias do rúmen e deprimir a digestão da celulose (Chesson, Stewart e Wallace, 1982; Jung, Fahey e Garst, 1983 e Jung, 1985). Segundo Dawson e Allison (1988), os compostos fenólicos, que influenciam a digestão da celulose, incluem ácidos benzóico, cinâmico e caféico.

Ørskov (1992) afirma que plantas que contêm alta proporção de tanino podem ser resistentes à degradação no rúmen. O tanino parece causar ligação cruzada entre proteínas e outras moléculas. Assim, o tanino pode ser utilizado como método de proteção, na degradação da proteína no rúmen. Há aparentemente dois tipos de reações com o tanino: uma reação de hidrólise, que é reversível em condições ácidas no abomaso e outra reação de condensação, a qual é irreversível.

Vargas et al. (1982) ao estudarem o efeito da cafeína e taninos presentes na polpa desidratada de café, sobre o comportamento de novilhos, encontrou que ambas as substâncias afetam o consumo de matéria seca e o ganho de peso. Encontraram equações, que relacionam o consumo de cafeína e de taninos em g/100 kg de peso vivo/dia com o de MS por 100kg de peso/dia. Uma delas é $Y = 4,2031 - 0,1819x$ com $r = 0,90$, em que Y representa o consumo de MS e x o consumo de cafeína. A outra é $Y = 4,2177 - 0,030x$ e $R = 0,91$ em que x é o consumo de taninos. Também mostram uma relação entre o consumo de taninos e de cafeína, expressa pela equação $Y = 0,1765 + 6,1371x$ em que Y representa o consumo de taninos em g/100 kg de peso vivo/dia e x o consumo de cafeína nestas mesmas unidades.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras e 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.

Utilizou-se casca e polpa desidratada de três cultivares de café (Catuaí, Rubi e Mundo Novo) provenientes da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG.

A casca foi obtida, após a secagem dos grãos ao sol, da limpeza do café em coco por cultivar; e a polpa foi obtida também por cultivar, pela despulpa úmida, utilizando-se de despulpador DC3 e degomado 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. Neste 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.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições em esquema fatorial 3x2x5 (cultivar x material x armazenamento), onde as cultivares foram: Catuaí vermelho IAC2077-2-5-99, Rubi MG1192 e Mundo Novo IAC379-19, o material: casca e polpa desidratada e o armazenamento 0, 90, 180, 270, e 360 dias, conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + M_j + P_k + CM_{ij} + CP_{ik} + MP_{jk} + CMP_{ijk} + e_{ijkl}$$

sendo:

μ = média geral;

Y_{ijkl} = observação referente a cultivar i do material j no tempo k e repetição l ;

C_i = efeito da variedade, sendo $i = 1$ a 3 ;

M_j = efeito de material, sendo $j = 1$ a 2 ;

P_k = efeito do período de armazenamento, sendo $k = 1$ a 5 ;

CM_{ij} = efeito da interação de cultivar i e material j ;

CP_{jk} = efeito da interação cultivar i e período de armazenamento k

MP_{jk} = efeito da interação material j e período de armazenamento k ;

CMP_{ijk} = efeito da interação cultivar i , material j e período de armazenamento k ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, sendo $l = 1$ a 3 .

Os dados foram analisados utilizando-se pacote estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – Sisvar, segundo Ferreira (2000) e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974).

Neste trabalho avaliou-se na casca e na polpa desidratada os teores de cafeína e taninos segundo AOAC (1990). Os teores de lignina e sílica nos resíduos do café e somente lignina na FDN, segundo Silva (1981).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de armazenamento influenciou ($P \leq 0,00$) o teor de cafeína da casca e polpa desidratada, independente da cultivar (Figura 3.1). O efeito quadrático indica aumento no teor de cafeína ao longo de 360 dias de armazenamento. Este resultado diverge dos de Bressani et al. (1977), os quais afirmam que o armazenamento da polpa de café desidratada por 17 meses reduziu o teor de cafeína de 0,90 para 0,46%.

Embora a análise estatística tenha encontrado efeito significativo para o período de armazenamento, o aumento no teor de cafeína foi de 0,83 sem armazenamento para 0,94% com armazenagem de 12 meses, representando aumento de 11,7%. O tempo de armazenamento neste estudo foi menor que o de

Bressani et al. (1977). Não foi possível estabelecer uma explicação biológica para este fato. O mais provável é que houve alteração na proporção de componentes, uma vez que os dados estão expressos em% na MS. Diminuição de outros componentes fenólicos como taninos e lignina pode levar à maior estimativa da cafeína.

Pela análise estatística não foram verificados efeitos de cultivares ($P \geq 0,94$) e de material ($P \geq 0,73$), indicando que tanto a casca (0,87%) quanto a polpa (0,86%) e as cultivares Catuai (0,87%), Rubi (0,87%) e Mundo Novo (0,86%) apresentaram teores de cafeína semelhantes.

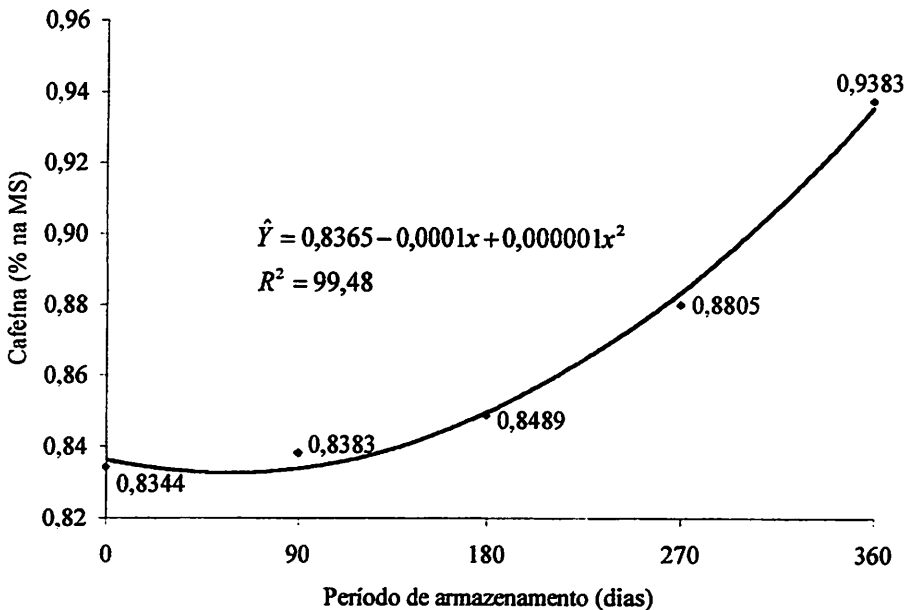


Figura 3.1. Efeito do período de armazenamento nos teores médios de cafeína, da casca e polpa de café, em% na MS.

Os teores de cafeína encontrados neste estudo estão de acordo com os mínimos (0,48%) e máximos (1,31%) encontrados na literatura (Bressani, Estrada e Jarquin, 1972; Jarquin et al., 1973; Vargas et al., 1982; Ramirez-

Martinez, 1988) Também estão próximos aos de Barcelos et al. (1997a) e Barcelos et al. (1997b) para a casca de café, que foram, respectivamente, de 0,86 e 0,81% na MS.

A análise estatística não encontrou efeito de cultivares, material e nas interações no teor de taninos. No entanto, o efeito de período de armazenamento sobre o teor de taninos foi significativo ($P \leq 0,00$), apresentando redução linear ao longo dos 12 meses de armazenamento (Figura 3.2). Os valores de taninos foram, ao final de 12 meses, de 1,70% comparado a 2,77 % nos materiais sem armazenamento. Esta redução foi de aproximadamente 38,6% no período de um ano.

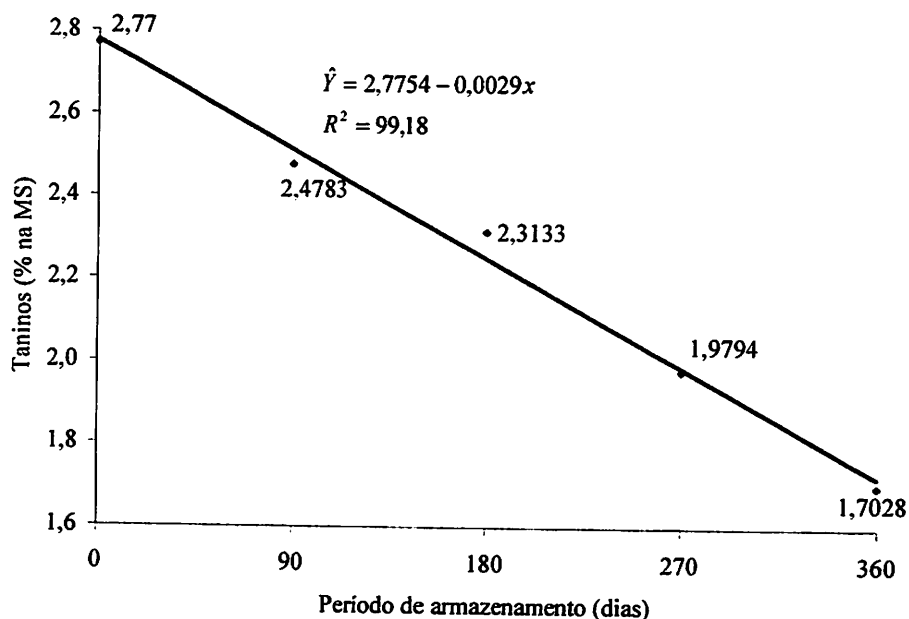


FIGURA 3.2. Efeito do período de armazenamento nos teores médios de taninos da casca e polpa de café, em% na MS.

Não foi encontrada na literatura informação sobre a variação nos teores de taninos na casca e polpa desidratada de café, em relação ao tempo de armazenamento.

De acordo com Cabezas (1976), a concentração de taninos e cafeína, em níveis acima de 0,75% e 0,12%, respectivamente, na dieta de bovinos, afeta o consumo e a utilização do alimento pelos animais. Trabalhos de Barcelos et al. (1997a), Barcelos et al. (1997b), Ribeiro Filho (1998) e Vilela (1999) mostram não haver redução no consumo de MS, à medida que aumentou a quantidade de casca de café no concentrado de novilhos confinados até o nível de 40% ou 16% na dieta total, correspondendo a um consumo de 0,015% de cafeína e 0,033% de taninos provenientes da casca.

Alguns monômeros fenólicos liberados durante a degradação microbiana da fibra das plantas, inibem o crescimento das bactérias celulolíticas do rúmen, deprimindo a digestão da celulose (Chesson, Stewart, Wallace 1982; Jung, Fahey e Garst, 1983; Jung, 1985). Entre os compostos fenólicos que afetam a digestão da celulose incluem-se ácidos benzóico, cinâmico e caféico (Dawson e Allison, 1988).

Plantas que contêm alta proporção de tanino são relativamente resistentes à degradação no rúmen; o tanino causa ligação cruzada entre proteínas e outras moléculas, podendo ser reversível em meio ácido ou irreversível se a reação for de condensação (Ørskov, 1992). Se a ação dos taninos da casca e polpa desidratada de café for do tipo reversível em meio ácido, quando a digesta chegar ao abomaso, onde o meio é ácido, o processo poderá ser revertido e os nutrientes complexados ficarão disponíveis para absorção. Considerando esse fato, serão necessários maiores estudos, a fim de caracterizar os compostos fenólicos presentes na casca e polpa de café, para identificar em que grupo se enquadram.

Os teores médios de lignina na MS e FDN foram influenciados ($P \leq 0,02$) pelo período de armazenamento. Não havendo diferença significativa ($P \geq 0,05$) entre os teores médios das cultivares e dos materiais.

Ao longo dos doze meses de armazenamento, os teores de lignina (em% na MS e% da FDN) reduziram-se linearmente (Figura 3.3). A diminuição foi de 2,5%, na MS (11,7 para 11,4%) e de 5,7% na FDN (10,4 para 9,8%) no início e após doze meses de armazenamento.

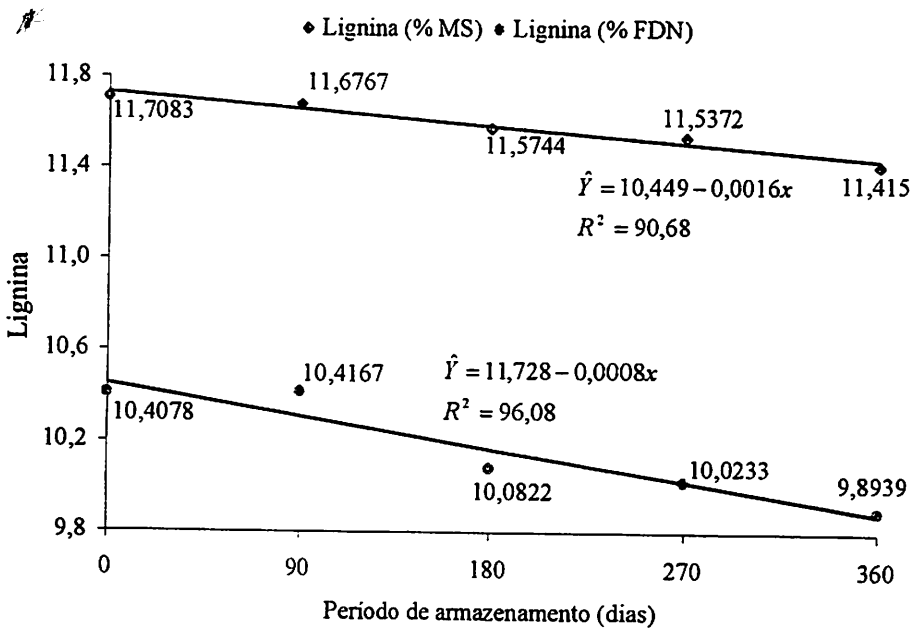



FIGURA 3.3. Efeito do período de armazenamento nos teores médios de lignina na casca e polpa desidratada de café, em% na MS e na FDN.

Conforme descrito por Chesson e Forsberg (1988), a lignina, a substância fenólica de maior participação nas paredes celulares secundárias, é formada quando seus precursores, *p*-cumaril, coniferil e álcoois sinapil, são liberados na parede celular e são polimerizados in situ para formar a estrutura



tridimensional da molécula. Esse processo de lignificação dos polissacarídeos da parede, basicamente celulose, indisponibilizará a celulose para os microorganismos do rúmen.

Segundo Chesson e Forsberg (1988), a porosidade da parede lignificada é insuficiente para permitir a difusão livre das enzimas, principalmente as celulolíticas, restringindo o ataque das enzimas ao exterior ou interior da superfície celular. Elevado teor de lignina em alimentos utilizados na nutrição de ruminantes indica paredes celulares com carboidratos indisponíveis para as bactérias ruminais.

Os teores mínimos e máximos de lignina encontrados neste estudo estão dentro do intervalo dos valores apresentados na literatura, que são de 9,3 a 13,5% para casca e polpa de café, em% na MS (Ribeiro Filho, 1998). Por outro lado, são inferiores aos teores das gramíneas e superiores aos das leguminosas tropicais apresentados por Silva (1981).

A análise de variância mostrou efeito do tipo de resíduo ($P \leq 0,00$), casca e polpa desidratada, nos teores de sílica. Entretanto, não foi observado efeito significativo de cultivares e período de armazenamento para a mesma variável.

Maior teor de sílica na casca, comparado à polpa (Tabela 3.1), pode ser decorrente da presença do pergaminho neste material, uma vez que a polpa não possui o pergaminho. O pergaminho é a fração anatômica que recobre o endosperma do grão, com função de proteção da semente (Jarquin, Murilo e Gonzalez, 1974). No pergaminho encontra-se alta concentração de sílica, o que proporcionou maior teor para a casca.

Teixeira (1999) encontrou baixa degradabilidade potencial e efetiva no pergaminho, indicando que esta fração possui baixo aproveitamento pelos microorganismos ruminais, devido ao alto teor de material lignificado.

TABELA 3.1. Teores médios de sílica na casca e polpa desidratada das cultivares de café, em% na MS.

Material	Sílica (% na MS)
Casca	1,71a
Polpa	1,57b
CV (%)	14,07

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste t a 5%.

Segundo Van Soest (1994), a sílica é depositada nos pêlos superficiais da planta e bordas cuticulares como mecanismo de defesa em certas plantas. Em outras plantas, é um elemento estrutural complementando a lignina para fortalecer e enrijecer a parede celular. Isto influencia o metabolismo de carboidratos, promovendo a redução dos conteúdos de proteína e lignina.

Estudos *in vitro* têm mostrado que a sílica reduz diretamente a digestibilidade da parede celular (Hartley, 1981; Shimojo e Goto, 1989 e Van Soest, 1981). No entanto ela é relativamente solúvel em condições ruminais, podendo ser absorvida pelo animal e excretada na urina (Van Soest, 1994). Esses valores de sílica, embora baixos, comparados a outros componentes da casca e polpa desidratada, poderão interferir na utilização de alguns alimentos pelos ruminantes.

7 CONCLUSÕES

Os teores de cafeína, taninos e lignina foram semelhantes, na casca e polpa desidratada nas cultivares de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo.

Os teores de sílica foram semelhantes entre as três cultivares, não se alterando com o período de armazenamento.

O armazenamento por um período de doze meses melhora a qualidade da casca e polpa desidratada de café, uma vez que reduz os teores de taninos e lignina, os quais interferem no seu aproveitamento pelos ruminantes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15 ed. Whashington, 1990. 2v.

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**, Viçosa, v. 26, n. 06, 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. **Revevista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 06, p. 1215-1221, nov./dez. 1997b.

BRAHAM, J.E.; JARQUIN, R.; GONZALEZ, J.M.; BRESSANI, R. Pulpa e pergamino de café - Utilización de la pulpa de café en forma de ensilage. **Revista Cafetalera**, Guatemala, n. 164, p. 25-34, abr. 1977.

BRESSANI, R.; ESTRADA, E.; ELIAS, L.G.; JARQUIN, R.; VALLE, L.U. de. Pulpa y pergamino de café. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas e pollos. **Revista Cafetalera**, Guatemala, n. 164, p. 35-44, abr. 1977.

BRESANI, R.; ESTRADA, E.; JARQUIN, R. Pulpa e pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. **Turrialba**, San José, v. 22, n. 3, p. 299-304, jul./set. 1972.

CABEZAS, M.T. Valor nutritivo de la pulpa de café para ganado de carne. **Agricultura en El Salvador**, San Salvador, v.15, n.3, p.25-39, 1976.

- CABEZAS, M.T.; GONZALEZ, J.M.; BRESSANI, R. Pulpa e pargamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados com raciones elaboradas con pulpa de café. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 1, p.90-94, ene./mar. 1974.
- CABEZAS, M.T.; JARQUIN, R.; GONZALES, J.M. Pulpa e pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. **Turrialba**, San José v. 24, n. 2, p. 161-167, abr./jun. 1974.
- CHESSON, A.; FORSBERG, C.W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: HOBSON, P.N. **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 251-284.
- CHESSON, A.; STEWART, C.S.; WALLACE, R.J. Influence of plant phenolic acids on growth and cellulolytic activity of rumen bacteria. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 44, n. 3, p. 597-603, Sept. 1982.
- DAWSON, K.A.; ALLISON, M.J. Digestive disorders and nutritional toxicity. In: HOBSON, P.N. **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 445-459.
- 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. **Anais...** São Carlos, SP: SIB, 2000. p. 255-258.
- HARTLEY, R.D. Chemical constitution, properties and processing of lignocellulosic wastes in relation to nutritional quality for animals. **Agricultural Enviromental**, Bethesda, v. 6, p. 87-96, 1981.
- JARQUIN, R.; JORGE, M.G.; BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. Pulpa y pargamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. **Turrialba**, San José, v. 33, n. 1, p. 41-47, ene./mar. 1973.
- JARQUIN, R.; MURILLO, B.; GONZALES, J.M. Pulpa e pergamino de café. VII. Utilización de pergamino de café en la alimentación de rumiantes. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 2, p. 168-172, abr./jun. 1974.

- JIMÉNEZ, F.L.O.; QUITENÑO R.A.; MARTÍNEZ, R.A.; RODRÍGUEZ. M. Uso de pulpa de café seca en el engorde de novillos en confinamiento. **Agricultura en El Salvador**, San Salvador, v. 10, n. 1, p. 3-9, 1970.
- JUNG, H.G. Inhibition of structural carbohydrate fermentation by forage phenolics. **Journal of the Science of Food Agriculture**, Washington, v. 36, n. 2, p. 74-80, Feb. 1985.
- JUNG, H.G.; FAHEY, G.C.; GARST, J.E. Simple phenolic monomers of forage and effects of *in vitro* fermentation on cell wall phenolics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, n. 5, p. 1294-1305, Nov. 1983.
- MOLINA, M.R.; FLUENTE, G.; BRESSANI R. Pulpa e pergamino de café. VIII. Estudios básicos sobre la deshidratación de la pulpa de café. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 3, p. 280-284, jul./set. 1974.
- MURILLO, B.; CABEZAS, M.T.; BRESSANI, R. Pulpa e pergamino de café. X. Cambios en la composición química del pergamino de café por efecto de diferentes tratamientos alcalinos, **Turrialba**, San José, v. 25, n. 2, p.179-182, abr./jun. 1975.
- MURILLO, B.; CABEZAS, M.T.; JARQUIN, R.; BRESSANI, R. Efecto of bisulfite addition on the chemical composition and cellular content fractions of dehydrated coffee pulp. **Journal of the Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 25, n. 5, p. 1090-1092, 1977.
- ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. 2. ed. London: Academic Press, 1992. 175p.
- RAMIREZ, J. Compuestos fenólicos em la pulpa de café. Cromatografía de papel de pulpa fresca de 12 cultivares de *Coffea arabica* L. **Turrialba**, San José, v. 37, n. 4, p. 317-323, 1987.
- RAMIREZ-MARTINEZ, J.R. Phenolic compounds in coffee pulp: Quantitative determination by HPLC. **Journal of the Science of Food Agriculture**, Oxford, v. 43, n. 2, p. 135-144, 1988.

RECINOS, F.F. Pulpa de café en la alimentación de bovinos. **Agricultura en El Salvador**, San Salvador, v.15, n.3, p.3-10, 1976.

RIBEIRO FILHO, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro da casca de café e desempenho de novilhos mestiços em fase de recria. Lavras: UFLA, 1998. 55p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).

RUIZ, M.E.; RUIZ, A. Efecto del consumo de pasto verde sobre el consumo de pulpa de café y la ganancia de peso en novillos. **Turrialba**, San José, v. 27, n. 1, p. 23-28, ene./mar. 1977.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507-512, Sept. 1974.

SHIMOJO, M.; GOTO, I. Effects of sodium silicate on forage digestion with rumen fluid of goats or cellulase using culture solutions adjusted for pH. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 173-177. 1989.

SILVA, D.J. Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: UFV, 1981. 166p.

SMITH, G.S.; NELSON, A.B. Effects of sodium silicate added to rumen cultures on forage digestion with interactions of glucose, urea and minerals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, n. 3, p. 890-899, Sept. 1975.

TEIXEIRA, M.N.M. Determinação da degradabilidade "*in situ*" das diferentes frações da casca de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.). Lavras: UFLA, 1999. 44p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).

VAN SOEST, P.J. Limiting factors in plant residues o low biodegradability. **Agricultural Environment**, Bethesda, v. 6, p. 135-143, 1981.

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

- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; BRESSANI, R. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. II. Absorción e retención de nitrógeno en novillos alimentados com concentrados elaborados com pulpa de café deshidratada. *Agronomia Costarricense*, v.1, n. 2, p. 101-106, 1977a.
- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; BRESSANI, R. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad *in vivo* de la pulpa. *Agronomia Costarricense*, San José, v.1, n.2, p. 51-56, 1977b.
- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; MURILLO, B.; BRAHAM, E.J.; BRESSANI, R. Efecto de altos niveles de pulpa de café deshidratada sobre el crecimiento y adaptación de novillos jóvenes. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Bogota, v. 32, n. 4, p. 972-989, dec. 1982.
- VILELA, F.G. Uso da casca de café *melosa* em diferentes níveis na alimentação de novillos confinados. Lavras: UFLA, 1999. 46p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

**CAPÍTULO 4 Estimativa das frações dos carboidratos da casca e polpa de café
(*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos**

1 RESUMO

BARCELOS, A.F. Estimativa das frações dos carboidratos, da casca e polpa de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Tese – Doutorado em Nutrição de Ruminantes).¹

Os atuais conceitos de nutrição de ruminantes, envolvem modelos que estimam a degradação dos alimentos no rúmen. Com o objetivo de avaliar a casca e a polpa de café quanto às frações A, B₁, B₂ e C de carboidratos, segundo CNCPS, conduziu-se o experimento no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras, no período de outubro de 1997 a dezembro de 1998, utilizando-se casca e polpa desidratada das cultivares de café Catuai, Rubi e Mundo Novo, oriundas da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG. A polpa foi obtida pela despolpa úmida em despolpador mecânico e, em seguida, seca ao sol até 13% de umidade. Os materiais foram armazenados em sacos de ráfia em ambiente coberto, ventilado e seco, com amostragem em triplicata a cada 90 dias. As equações utilizadas para determinação das frações foram realizadas conforme descrito no modelo do CNCPS. Houve um acréscimo no teor da fração A e B₁ e redução nas frações B₂ e C, à medida que aumentou-se o tempo de armazenamento. Redução nas frações B₂ e C coincide com o aumento na fração A e B₁ devido à decomposição natural da parede celular ao longo do tempo, liberando partes da parede celular de forma solúvel, contribuindo para o aumento, principalmente da fração A, de alta disponibilidade. A cultivar Catuai, apresentou maior valor para a fração A, comparada ao Rubi e Mundo Novo. Essa diferença chegou a 28%, em relação ao Mundo Novo. A fração B₁ foi maior nas cultivares Catuai e Rubi, comparada a Mundo Novo. A cultivar Mundo Novo apresentou maior valor para a fração B₂ comparada às cultivares Catuai e Rubi. Não foi encontrada diferença significativa entre as cultivares na fração C. A casca de café apresenta maior valor para as frações A e B₁ e menor para a fração B₂ se comparada à polpa desidratada, ao passo que a fração C foi maior na polpa em comparação à casca de café. O armazenamento por doze meses altera a proporção dos carboidratos, reduzindo as frações de degradabilidade lenta e não degradável, em detrimento da fração de degradabilidade rápida. O processo de despolpa reduz os açúcares e pectina. A casca e polpa são materiais com alta proporção de carboidratos indisponíveis, o que pode limitar a sua utilização em grandes quantidades para os ruminantes.

¹ Comitê orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramon Olaquialga Perez – UFLA, Roberto Maciel Cardoso – UFLA.

2 ABSTRACT

BARCELOS, A.F. Estimate of the carbohydrate fractions of the coffee hulls and dehydrated pulp of coffee (*Coffea arabica* L.) stored for different period.

The present concepts of ruminant nutrition comprehend models, which estimate the feed degradations in the rumen. Was evaluated in the hull and pulp, carbohydrates fractions A, B₁, B₂ and C, according to the CNCPS. One study was conducted in the Animal Nutrition Laboratory of the UFLA Animal Science Department, in the period from October 1997 to December 1998 by utilizing hull and dehydrated pulp of coffee cultivars Catuaí, Rubi and Mundo Novo, coming from EPAMIG Experimental Farm of São Sebastião do Paraíso. 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. The equations utilized for determining fractions were reported in the CNCPS model. There was an increase in the fraction A and B₁ content and reductions in fractions B₂ and C as the storage time increased. Reductions in the fractions B₂ and C coincide with the increase in the fraction A and B₁, which probably may be due to a natural decomposition of the cell wall over the time, releasing fractions of the cell wall in a soluble form, contributing to increase, mainly of the fraction A, of a high availability. The Catuaí cultivar presented a higher fraction A value, compared with to Rubi and Mundo Novo. This difference reached to 28% relative to Mundo Novo. Fraction B₁ was greater in the cultivars Catuaí and Rubi compared with Mundo Novo. The cultivar Mundo Novo presented higher value for fraction B₂ compared with the cultivars Catuaí and Rubi. No significant difference was found among the cultivars in fraction C. Coffee hull presented higher value for fractions A and B₁ and lower for fraction B₂ compared to dehydrated pulp, whilst fraction C was greater in the pulp as compared with coffee hull. The storage for 12 months change the ratio of the carbohydrates, reducing the fractions of slow degradability and undegradable and increasing the fast degradability fractions. Pulping process reduces sugars and pectin. Hull and pulp are materials with a high ratio of unavailable carbohydrates, which may limit its use in great amounts for ruminants.

3 INTRODUÇÃO

Os atuais conceitos de nutrição de ruminantes envolvem modelos que estimam a degradação dos alimentos no rúmen. Essa proposta tem levado os nutricionistas a buscarem alternativas para reduzir custos com a experimentação e definirem métodos para formulação dietas com maior segurança. Um sistema bastante promissor, de aplicação prática e com boa aceitação na comunidade científica é o sistema proposto por Sniffen et al. (1992) denominado Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS).

Informações sobre o alimento no que diz respeito às frações e degradabilidade, mesmo que por estimativa, ajudam a sua avaliação para alimentação de ruminantes. A identificação e classificação de diferentes componentes da fração carboidrato e a relação com sua disponibilidade tornaram-se possíveis em decorrência do desenvolvimento dos sistemas de análises de alimentos baseados na solubilidade das frações em soluções detergentes.

A disponibilidade de resíduos agrícolas que podem ser avaliados para alimentação de ruminantes é grande. Pode-se destacar a casca e polpa desidratada de café, materiais com potencial para alimentação de ruminantes, principalmente pela quantidade disponível nas regiões produtoras de café.

A maneira econômica de avaliar o potencial destes materiais seria a utilização de modelos que estimam as frações degradadas do alimento e não degradadas no rúmen. Normalmente esses subprodutos são pobres em proteína e ricos em fibra; as estimativas das frações dos carboidratos, seriam importantes para se avaliar o potencial dos resíduos como alimento para ruminantes.

Este estudo teve por objetivo avaliar a casca e polpa desidratada, das cultivares de café Catuai vermelho IAC2077-2-5-99, Rubi MG1192 e Mundo

Novo IAC379-19, armazenadas durante doze meses, quanto às frações de carboidratos.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), sistema para avaliação de alimentos de bovinos com carboidrato e proteína líquidos, é definido como um sistema de contabilidade nutricional, planejado para estimar exigências nutricionais e utilização de energia e proteína dos alimentos, para combinações específicas para bovinos, alimentos e condições de ambiente e manejo (Pereira, Bose e Boin, 1997). O sistema surgiu para prever o desempenho animal com base na composição dos alimentos, na taxa de passagem e degradação das fontes de energia e nitrogênio, na função ruminal, na ingestão e nas exigências nutricionais (Rossi Junior et al., 1997b).

O sistema trabalha com estimativas, utilizando dados das análises químicas realizadas no laboratório. Dados os valores de PB, gordura e cinza do alimento, expressos em % da MS o conteúdo de carboidrato total (CHOt) pode ser estimado calculando-se a diferença entre ($CHOt = 100 - PB - EE - cinza$). Os carboidratos podem ser classificados de acordo com a taxa de degradação em fração A, rapidamente degradável – açúcares; fração B₁, degradação intermediária – amido; fração B₂, degradação lenta – parede celular disponível e fração C, não degradável – parede celular indisponível. Essas frações são computadas do alimento, como carboidratos não estruturais (CNE), carboidratos estruturais (CE) e fibra indigestível (C) (Sniffen et al., 1992).

Os CNE contêm açúcares (fração A), amido e pectina (fração B₁), enquanto a fração CE representa os CHO solúveis em detergente neutro e podem ser estimados como $100 - PB - FDN$ corrigida para proteína, lipídeos e cinza no alimento (Sniffen et al., 1992).

O modelo de Cornell tem sido avaliado por alguns pesquisadores, como Rossi Junior et al. (1997b), Rossi Junior et al. (1997a), Pereira, Bose e Boin (1997a) e Pereira, Bose e Boin (1997b), os quais afirmam ser necessário maior número de dados para ajuste do modelo, para os alimentos e condições brasileiras.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras e 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.

Foram utilizadas casca e polpa desidratada de três cultivares de café (Catuaí, Rubi e Mundo Novo), 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 degomado no degomador mecânico DM2, ambos Pinhalense[®] e, em seguida, seca ao sol até 13% de umidade.

Tanto a casca quanto polpa foram armazenadas em sacos de rafia, em ambiente coberto, ventilado e seco, por um ano. Neste 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 depois moídas em peneira de 2 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, em esquema fatorial 3x2x5 (cultivar x material x armazenamento), cujas cultivares foram: Catuaí vermelho IAC2077-2-5-99,

Rubi MGI192 e Mundo Novo IAC379-19, o material: casca e polpa desidratada e o armazenamento 0, 90, 180, 270, e 360 dias, conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + M_j + P_k + CM_{ij} + CP_{ik} + MP_{jk} + CMP_{ijk} + e_{ijkl}$$

sendo:

μ = média geral;

Y_{ijkl} = observação referente a cultivar i do material j no tempo k e repetição l ;

C_i = efeito da variedade, sendo $i = 1$ a 3 ;

M_j = efeito de material, sendo $j = 1$ a 2 ;

P_k = efeito do período de armazenamento, sendo $k = 1$ a 5 ;

CM_{ij} = efeito da interação de cultivar i e material j ;

CP_{jk} = efeito da interação cultivar i e período de armazenamento k

MP_{jk} = efeito da interação material j e período de armazenamento k ;

CMP_{ijk} = efeito da interação cultivar i , material j e período de armazenamento k ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, sendo $l = 1$ a 3 .

Os dados foram analisados utilizando-se pacote estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – Sisvar, segundo Ferreira (2000) e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974).

Neste trabalho avaliou-se, na casca e na polpa desidratada das três cultivares de café, as frações A, B₁, B₂ e C de carboidratos segundo Sniffen et al. (1992).

As equações utilizadas para determinação das frações foram as seguintes, adaptadas de Sniffen et al. (1992).

$$CHO (\%MS) = 100 - PB (\%MS) - EE (\%MS) - CINZAS (\%MS)$$

$$CC (\%CHO) = 100 \times \left(\frac{(FDN (\%MS) \times 0,01 \times LIGNINA (\%FDN) \times 2,4)}{CHO (\%MS)} \right)$$

$$CB2 (\%CHO) = 100 \times \left(\frac{(FDN (\%MS) - PIDN (\%PB) \times 0,01 \times PB (\%MS) - FDN (\%MS) \times 0,01 \times LIGNINA (\%FDN) \times 2,4)}{CHO (\%MS)} \right)$$

$$CCNE (\%CHO) = 100 - B2 (\%CHO) - C (\%CHO)$$

$$CB1(\%CHO) = \left(\frac{AMIDO(\%CNE) \times (100 - B2(\%CHO) - C(\%CHO))}{100} \right)$$

$$CA(\%CHO) = \left(\frac{(100 - AMIDO(\%CNE)) \times (100 - B2(\%CHO) - C(\%CHO))}{100} \right)$$

Onde:

PB (% MS) =% de proteína bruta do alimento

CHO (% MS) =% de carboidratos do alimento

EE (% MS) =% de extrato etéreo do alimento

CINZA (% MS) =% de cinzas do alimento

FDN (% MS) =% de fibra detergente neutro do alimento

PIDN (% MS) =% de proteína insolúvel em detergente neutro

LIGNINA (% FDN) =% de lignina na FDN do alimento

AMIDO (% CNE) =% de amido nos carboidratos não estruturais do alimento

CA (% CHO) =% do carboidrato do alimento (açúcar)

CB1 (% CHO) =% do carboidrato do alimento (amido + PSN*)

CB2 (% CHO) =% do carboidrato do alimento (fibra disponível)

CC (% CHO) =% do carboidrato do alimento (indisponível)

CCNE (% CHO) =% do carboidrato do alimento (não estrutural)

* Polissacarídeos não estruturais (pectina, galactina, frutanas, betaglicanos, etc)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados efeitos significativos das cultivares ($P \leq 0,00$; $P \leq 0,00$ e $P \leq 0,00$), material ($P \leq 0,00$; $P \leq 0,00$ e $P \leq 0,00$) e período de armazenamento ($P \leq 0,00$; $P \leq 0,00$ e $P \leq 0,03$), respectivamente, para as frações A, B₁ e B₂ e materiais ($P \leq 0,00$) e período de armazenamento ($P \leq 0,00$) para a fração C.

A Figura 4.1 apresenta o efeito do tempo de armazenamento, sobre a fração A, da casca e polpa desidratada, independente da cultivar. Houve

acrécimos nos teores dos açúcares, à medida que aumentou o tempo de armazenamento. Esse aumento foi de 47,5% ao longo dos 360 dias de armazenamento.

Aumento no teor de açúcar em decorrência do tempo de armazenamento, segundo Barcelos (2000), pode ser devido à decomposição natural nos tecidos da casca e polpa, principalmente FDN, disponibilizando a fração solúvel. Isto levaria também à redução das frações B₂ e C, com tempo de armazenamento (Figuras 4.3 e 4.4). Considerando este aspecto, o armazenamento da casca e polpa desidratada de café é importante para reduzir a fração fibrosa e não degradável e disponibilizar açúcares prontamente solúveis, para os microorganismos do rúmen.

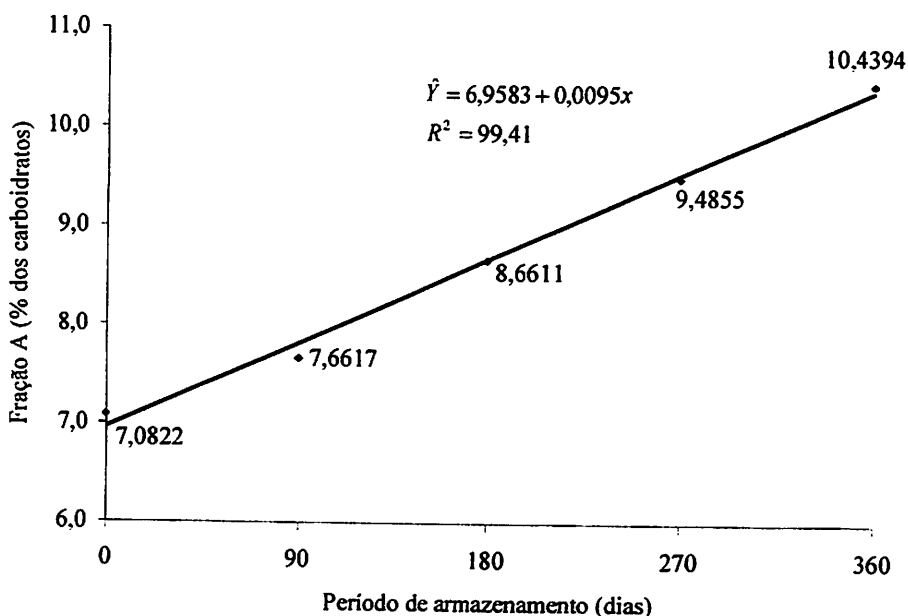


FIGURA 4.1. Efeito do período de armazenamento na fração A (% dos carboidratos) da casca e polpa de café.

A fração B₁ da casca e polpa desidratada de café das cultivares aumentou ($P \leq 0,00$) com o tempo de armazenamento (Figura 4.2). Embora o valor dessa fração seja baixo, o aumento foi de 37,7% após 360 dias de armazenamento. Baixos valores para esta fração são decorrentes do baixo teor de amido. Neste caso, foi, em média, de 2% dos carboidratos.

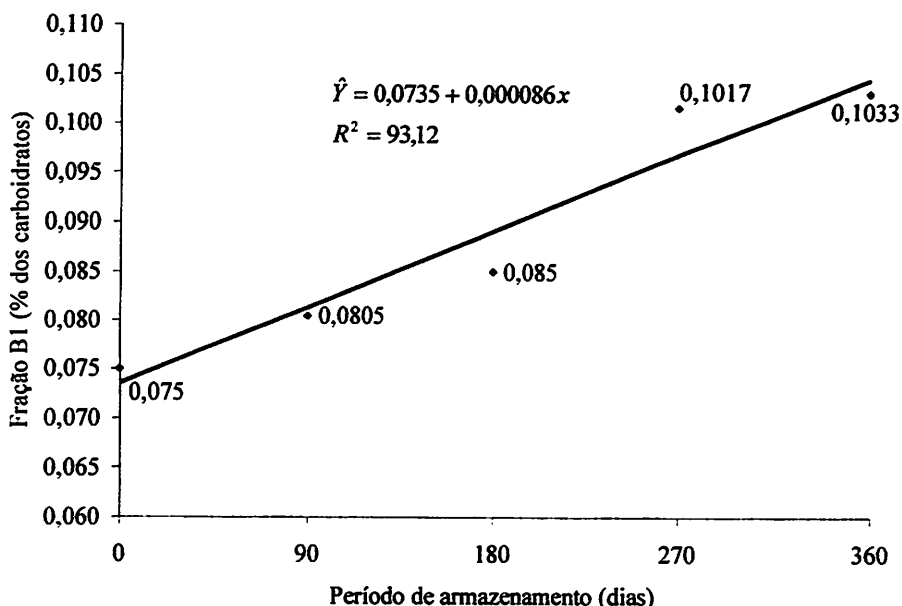


FIGURA 4.2. Efeito do período de armazenamento na fração B₁ (% dos carboidratos) da casca e polpa de café.

A fração B₂ decresceu ($P \leq 0,03$) com o tempo de armazenamento, (Figura 4.3). Essa redução representou 3,7% da fração em relação a 360 dias de armazenamento.

Essa fração, segundo Sniffen et al. (1992), é de degradação lenta e corresponde à parede celular disponível. Na casca e polpa de café, esses valores são expressivos (Tabelas 4.1 e 4.2) se comparados ao capim-elefante com 45

dias (Lanna et al., 1996), que apresenta valor médio de 42,3%. Assim aproximadamente 67,0% dos carboidratos da casca e da polpa de café são de carboidratos de degradação lenta.

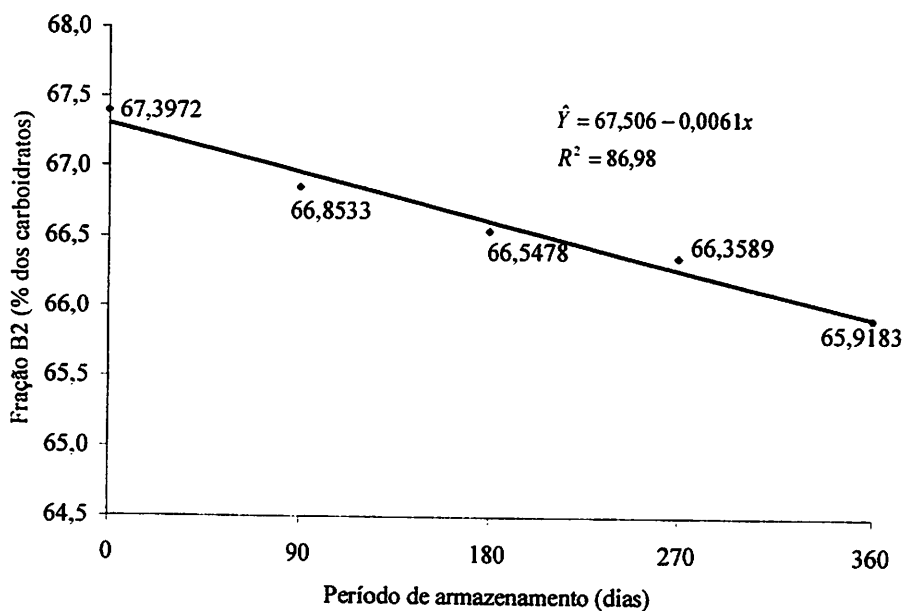


FIGURA 4.3. Efeito do período de armazenamento na fração B₂ (% dos carboidratos) da casca e polpa de café.

Diminuição na fração B₂ coincide com o aumento na fração A e B₁ destes materiais, o que provavelmente pode ser devido à decomposição natural da parede celular com o tempo de armazenamento, que foi relativamente grande. Essa decomposição estaria liberando partes da parede celular de forma solúvel, contribuindo para o aumento, principalmente da fração A de alta disponibilidade.

Na literatura não foram encontradas informações sobre essas frações na casca e polpa de café, dificultando maior discussão sobre os dados, a não ser comparações com outros materiais fibrosos.

Outra fração de carboidratos importante na avaliação de alimentos para ruminantes é a fração C, que é a parte indisponível da parede celular. Esta fração não está disponível para os microorganismos do rúmen e para a digestão nos intestinos.

A fração C da casca e polpa de café sofreu efeito do período de armazenamento ($P \leq 0,00$) (Figura 4.4). A redução da fração indisponível para os ruminantes reduziu em 7,5% no decorrer dos 360 dias de armazenamento. A exemplo da fração B₂, a fração C pode ter sofrido decomposição natural da parede celular indisponível, ao longo do armazenamento e, com isso, contribuir para o aumento da fração A, de maior solubilidade.

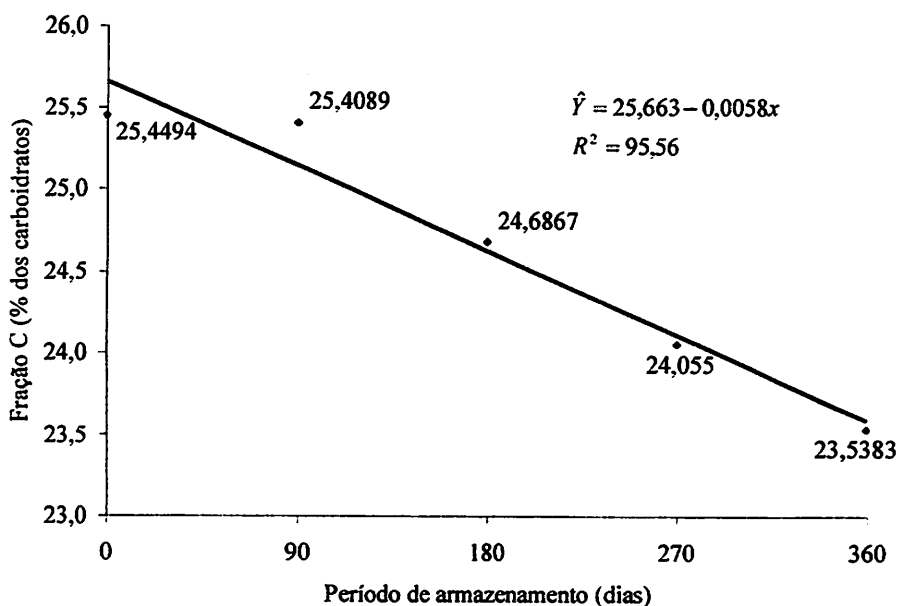


FIGURA 4.4. Efeito do período de armazenamento na fração C (% dos carboidratos) da casca e polpa desidratada de café.

Valores elevados para a fração indisponível não limitam totalmente a utilização desses materiais na alimentação de ruminantes. Contudo, ao se recomendá-los, tal fato deve ser considerado.

A variedade Catuai apresentou maior valor para a fração A. Comparada ao Rubi e Mundo Novo, esta diferença chegou a 28%, a favor da Catuai, em relação a Mundo Novo (Tabela 4.1), indicando que, em relação aos açúcares, a Catuai é melhor que a Rubi e Mundo Novo.

A fração B₁ foi maior nas cultivares Catuai e Rubi, comparadas à Mundo Novo, como pode ser observado no Tabela 4.1. Os valores para essa fração nas cultivares são baixos, inferiores a 1%, indicando baixo teor de amido e carboidratos, de degradabilidade intermediária.

A cultivar Mundo Novo apresentou maior valor ($P \geq 0,00$) para a fração B₂ comparada às cultivares Catuai e Rubi (Tabela 4.1), sendo 2% em relação à Catuai e 1,4% em relação à Rubi. Tal fato deve ser uma característica genética inerente a cultivar. Assim, a cultivar Mundo Novo apresenta maior proporção de parede celular em relação a Catuai e Rubi.

TABELA 4.1. Participações percentuais das frações dos carboidratos, na casca e polpa desidratada de três cultivares de café (% dos carboidratos totais).

Cultivares	Frações (% dos carboidratos totais)			
	A	B ₁	B ₂	C
Catuai	9,75a	0,098a	66,02b	24,26a
Rubi	8,65b	0,092a	66,45b	24,76a
Mundo Novo	7,59c	0,077b	67,37a	24,86a
CV (%)	19,20	22,54	2,11	5,38

Nas colunas médias seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Não foi encontrada diferença significativa entre as cultivares na fração C, mostrando que, quanto aos teores de parede celular indisponível, as cultivares estudadas apresentam valores semelhantes e altos, comparados ao valor de 4,5% para o capim-elefante com 45 dias de idade (Lanna et al., 1996).

A comparação entre materiais mostrou diferença entre casca e polpa desidratada (Tabela 4.2). A casca de café apresenta maior valor para a fração rapidamente solúvel (A), comparada à polpa desidratada. Tal fato pode ser decorrente da forma de obtenção dos materiais. A casca é obtida da limpeza do café em coco e possui as frações de açúcares, enquanto a polpa é obtida por processo úmido, no qual é lavada antes de sair do despulpador, ocorrendo a remoção dos açúcares solúveis. Decorrente deste fato, a fração B₂, conseqüentemente, será maior na polpa em relação à casca (Tabela 4.1), uma vez que as frações são proporcionais em relação ao teor de carboidrato total.

TABELA 4.2. Participações percentuais das frações dos carboidratos da casca e polpa desidratada, de três cultivares de café (% dos carboidratos totais).

Material	Frações (% dos carboidratos totais)			
	A	B ₁	B ₂	C
Casca	10,10a	0,106a	65,79b	23,83b
Polpa	7,23b	0,072b	67,44a	25,43a
CV (%)	19,20	22,54	2,11	5,38

Nas colunas, médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste t a 5%.

Na Tabela 4.2 estão apresentados os valores para a fração B₁, segundo os materiais. Observa-se que a casca de café apresenta valor significativamente mais alto para esta fração, se comparada à polpa desidratada. A diferença foi de 47% a mais para casca de café, que pode ser explicada pela solubilização desta

fração no processo de obtenção da polpa, como ocorrido na fração A, ou seja, parte da fração amido e pectina pode ter sido solubilizada pela água no processo de despolpa do café. O teor dessa fração na casca e polpa desidratada de café é baixo e, na prática, terá pouca influência nos parâmetros cinéticos ruminais.

A fração indisponível (C) para os ruminantes foi maior na polpa em comparação à casca de café (Tabela 4.2), decorrente de menor valor da fração solúvel (A) da polpa. A proporção segue o mesmo princípio da fração B₂, no qual a redução ou aumento em uma fração aumenta ou reduz a outra. Os valores desta fração podem ser considerados altos, uma vez que 24% dos carboidratos estão indisponíveis. Isto pode limitar o aproveitamento desses materiais, para ruminantes.

Diante desses fatos, necessita de maiores estudos como o fracionamento da proteína, para completar as informações sobre o potencial da casca e polpa como alimento para ruminantes.

7 CONCLUSÕES

Os dados permitem concluir que o armazenamento por doze meses altera a proporção dos carboidratos, reduzindo as frações de degradabilidade lenta e não degradável, favorecendo as frações de degradabilidade rápida.

A casca e polpa são materiais com alta proporção de carboidratos indisponíveis para ruminantes, o que pode limitar o seu uso em quantidades acima de 16% da dieta total.

A cultivar Mundo Novo apresentou maior teor de carboidratos de degradabilidade lenta (B₂) e menor teor de carboidratos rapidamente degradáveis, que as cultivares Catuai e Rubi.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELOS, A.F. Parâmetros bromatológicos, frações de carbidratos e degradabilidade *in vitro* da casca e da polpa de café (*Coffea arabica* L.). Lavras: UFLA, 2000, 96p. (Tese – Doutorado em Nutrição de Ruminantes).
- LANNA, D.P.D.; FOX, D.G.; BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; TRAXLER, M. Utilização da metodologia de análise de alimentos do CNCPS e do sistema de produção de gás *in vitro* na estimativa do valor nutricional do capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1966, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBZ, 1966. p. 289-291.
- PEREIRA, J.R.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. Avaliação das sub-frações dos carboidratos e das proteínas, usando as metodologias do CNCPS e *in situ* com bovinos da raça Nelore. 2. Milho e farelo de algodão. *Revista brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 838-843, jul./ago. 1997a.
- PEREIRA, J.R.A.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. Avaliação das sub-frações dos carboidratos das proteínas, usando as metodologias do CNCPS e *in situ* com bovinos da raça Nelore. 1. Silagem de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 832-837, 1997b.
- ROSSI JUNIOR, P.; BOIN, C.; BOSE, M.L.V.; WANDERLEY, R.C.; SILVA, A.G. Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro e do nitrogênio insolúvel em detergente neutro da silagem de milho e do farelo de soja, em bovinos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 608-615, 1997a.
- ROSSI JUNIOR, P.; SILVA, A.G.; WANDERLEY, R.C.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fração protéica da silagem de milho, do farelo de soja e do sorgo em grão, em bovinos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 599-607, 1997b.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.J.; RUSSEL;
J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:
II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**,
Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, Nov. 1992.

CAPÍTULO 5 Avaliação da casca e polpa de café (*Coffea arabica* L.) pela técnica de degradabilidade in vitro de produção de gás.

1 RESUMO

BARCELOS, A.F. Avaliação da casca e polpa de café (*Coffea arabica* L.) pela técnica de degradabilidade in vitro de produção de gás. Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Tese – Doutorado em Nutrição de Ruminantes).¹

Atualmente, metodologias de avaliação dos alimentos para ruminantes buscam simplicidade, rapidez, baixo custo e segurança. A técnica de medição visual de gás (CO₂ e CH₄) da fermentação de um alimento in vitro é rápida, segura e de adequada precisão para avaliar a digestibilidade de um alimento. Com o objetivo de avaliar a casca e a polpa desidratada de café, quanto a digestibilidade in vitro pela técnica de produção e gás, conduziu-se o experimento no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras, no período de outubro de 1997 a dezembro de 1998, foram utilizadas as seguintes cultivares de café: Catuai, Rubi e Mundo Novo, oriundas da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da EPAMIG. A polpa foi obtida pela despulpa úmida em despulpador mecânico e, em seguida, seca ao sol até alcançar 13% de umidade. Os materiais foram armazenados em sacos de ráfia em ambiente coberto, ventilado e seco, por um ano, amostradas em triplicata a cada 90 dias. Incubou-se 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 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 $V_t = V_{i1}/(1 + \exp(2 + 4\mu(L - T)))$ e SDN pelo modelo $V_t = V_{i1} \times (1 - \exp(-\mu \times T))$. A produção cumulativa de gás da fração SDN foi obtida pela diferença entre a produção cumulativa da MS e FDN. O armazenamento da casca e polpa desidratada de café melhorou a taxa de degradação, 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 h e 48 h. 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 microorganismos do rúmen, devido à rápida passagem pelo rúmen.

¹ Comitê orientador: Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA (Orientador), Juan Ramon Olaquialga Perez – UFLA, Roberto Maciel Cardoso – UFLA.

2 ABSTRACT

BARCELOS, A.F. Evaluation of the coffee hulls and dehydrated pulp of coffee (*Coffea arabica* L.) for the technique in vitro of production of gas.

At present, methodologies of evaluating feed for ruminants seek simplicity, fastness, low cost and safety. The technique of gas (CO_2 and CH_4) visual measurement in vitro fermentation food, is fast, holds and adequate precision to evaluate food digestibility. One experiment was conducted in the Animal Nutrition Laboratory of the UFLA Animal Science Department, in the period from October 1997 to December 1998 by utilizing hull and dehydrated pulp of coffee cultivars Catuaí, Rubi and Mundo Novo, coming from EPAMIG Experimental Farm of São Sebastião do Paraíso. 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.

3 INTRODUÇÃO

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

Este interesse pela casca de café estimulou os pesquisadores a desenvolverem trabalhos para se obter informações mais detalhadas sobre ela (Vilela, 1999; Souza, 1999; Teixeira, 1999; Ribeiro Filho, 1998; Barcelos et al., 1997^a; Barcelos et al., 1997b; Teixeira, 1995; Furusho, 1995). Entretanto, não foram realizados estudos do valor nutricional da casca de café para ruminantes, em função de cultivares, tempo de armazenamento, produção de gases, entre outros.

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

Visando melhorar a qualidade do café brasileiro, as instituições de pesquisa e fomento recomendam despolar o café, resultando em grande produção de polpa nas regiões produtoras.

A polpa úmida do café cereja é composta de epicarpo e parte do mesocarpo, a qual sai do despoldador 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 prever o valor nutritivo dos alimentos. Técnicas *in vitro* permitem a avaliação rotineira da fermentação no rúmen empregando seu fluido, como a desenvolvida por Tilley e Terry (1963) ou do método de produção de gás (Menke et al., 1979). Atualmente, metodologias de avaliação dos alimentos para ruminantes objetivam rapidez, baixo custo e segurança. Uma técnica *in vitro* rápida, segura e de boa precisão foi desenvolvida por Pell, Schofield e Stone (1994), a qual avalia o alimento *in vitro* em função da produção cumulativa dos gases CO₂ e CH₄.

A casca e polpa de café têm sido estudadas no Brasil e em países da América Latina, contudo, 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 armazenados por doze meses, utilizando-se a técnica *in vitro* de produção cumulativa de gás.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Os métodos para avaliar alimentos para ruminantes, até início da década de 1980, fornecem estimativa da digestibilidade potencial dos alimentos, com pouca referência à dinâmica da fermentação ruminal (Valentin et al., 1999). Uma segunda geração dos métodos foi desenvolvida, incorporando estimativas da cinética de degradação do retículo-rúmen.

Entre os métodos para avaliação de alimentos, destaca-se o da produção de gás, liberado pela fermentação de amostra em líquido ruminal tamponado (Thiago et al., 1998).

O método de Menke et al. (1979) consiste na medida direta do volume de gás sob condições normais de pressão atmosférica, necessitando de constante assistência do técnico de laboratório. No entanto, Valentin et al., (1999), comparando as técnicas de degradabilidade *in situ* e produção de gás pelo método de Menke et al. (1979), concluíram que as correlações entre os resultados das duas metodologias não foram suficientemente fortes para prever parâmetros de degradabilidade, provenientes dos parâmetros de produção de gás.

Por outro lado, Pell e Schofield (1993) e Theodorou et al. (1994) aperfeiçoaram a metodologia de produção de gás, o qual é acumulado em frascos de volume fixo conhecido e calculado segundo as variações na pressão, o que a tornou mais precisa, confiável e segura.

Considerando as vantagens da técnica de produção de gás, como sua simplicidade de uso e a possibilidade de processar um grande número de amostras em curto espaço de tempo, é importante para encontrar significância e validar correlações entre a degradabilidade *in situ* e os parâmetros de produção de gás.

A maior vantagem da técnica com monitoramento computadorizado de produção de gás para avaliar *in vitro* a digestão de forragens, desenvolvida por Pell e Schofield (1993), em relação ao método tradicional, é que os produtos da fermentação resultam da fermentação dos carboidratos solúveis e insolúveis, enquanto o método tradicional, não considera os substratos solúveis. Taxas de digestão calculadas utilizando as medidas de produção de gás refletem as múltiplas taxas das frações solúveis e insolúveis.

Segundo os autores, na condição em que o nutriente não é limitante, a produção de gás é uma medida direta do crescimento microbiano e, em alguns

aspectos, é o melhor índice para medir a energia metabolizável produzida, medida indiretamente pelo decréscimo no teor de degradabilidade da FDN no resíduo da produção de gás.

Análise de produção de gás considera a conversão de todas as principais fontes ricas em energia metabólica como monossacarídeos, polissacarídeos, pectinas, amido, celulose e hemicelulose, em CO₂ e CH₄. Assim, esse método pode ser utilizado para determinar a importância de algumas dessas diferentes frações do alimento, em fornecer energia aos microorganismos e determinar se suas combinações podem inibir a atividade microbiana (Pell e Schofield, 1993).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras e 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.

Utilizou-se casca e polpa desidratada de três cultivares de café (Catuai, Rubi e Mundo Novo), 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 despolpa úmida, utilizando-se de despolpador DC3 e degomado 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 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:

$$V_t = \frac{V_{t1}}{(1 + e^{(2+4\mu(T-L))})} \text{ sendo,}$$

V_t = volume de gás do substrato produzido no tempo T;

V_{t1} = volume de gás da digestão completa do substrato;

μ = taxa de degradação do substrato;

L = tempo de colonização e

T = tempo de incubação do substrato.

e SDN pelo modelo:

$$V_t = V_{t1} \times (1 - e^{(-\mu \times T)})$$

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

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3x2x5 (cultivar x material x armazenamento). As cultivares foram: Catuaí vermelho IAC2077-2-5-99, Rubi MG1192 e Mundo Novo IAC379-19 e o material: casca e polpa desidratada. O armazenamento foi de 0, 90, 180, 270, e 360 dias, conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + M_j + P_k + CM_{ij} + CP_{ik} + MP_{jk} + CMP_{ijk} + e_{ijkl}$$

sendo:

μ = média geral;

Y_{ijkl} = observação referente a cultivar i do material j no tempo k e repetição l ;

C_i = efeito da variedade, sendo $i = 1$ a 3 ;

M_j = efeito de material, sendo $j = 1$ a 2 ;

P_k = efeito do período de armazenamento, sendo $k = 1$ a 5 ;

CM_{ij} = efeito da interação de cultivar i e material j ;

CP_{jk} = efeito da interação cultivar i e período de armazenamento k

MP_{jk} = efeito da interação material j e período de armazenamento k ;

CMP_{ijk} = efeito da interação cultivar i , material j e período de armazenamento k ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, sendo $l = 1$ a 3 .

Os dados foram analisados utilizando-se pacote estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – Sisvar, segundo Ferreira (2000) e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974).

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); 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 Catuai, Rubi e Mundo Novo, armazenadas durante 12 meses.

6 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 (Tabela 5.1). Quando se comparou casca e polpa em relação a tempo de colonização (L), observou-se (Tabela 5.1, Figuras 5.2 e 5.3) 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.

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 (Tabela 5.2 e 5.3). Este valor é próximo ao valor de L da FDN da casca e da polpa, apresentados na Tabela 5.4, indicando que há grande quantidade de material potencialmente fermentável em relação ao solúvel.

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

A MS na casca das cultivares Catuaí e Mundo Novo teve maior taxa de degradação em relação a Rubi, enquanto na polpa a maior taxa de degradação foi encontrada na cultivar Rubi (Tabela 5.1).

A taxa de degradação da MS aumentou com o tempo de armazenamento. A Figura 5.1 mostra o efeito do tempo de armazenamento sobre a taxa de degradação da MS. Para cada dia de armazenamento da casca e polpa houve um aumento de 0,0031%, na taxa de degradação, o que representou um aumento total de 27%.

Barcelos (2000) encontrou acréscimo no teor dos açúcares, à medida em 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 é devido 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).

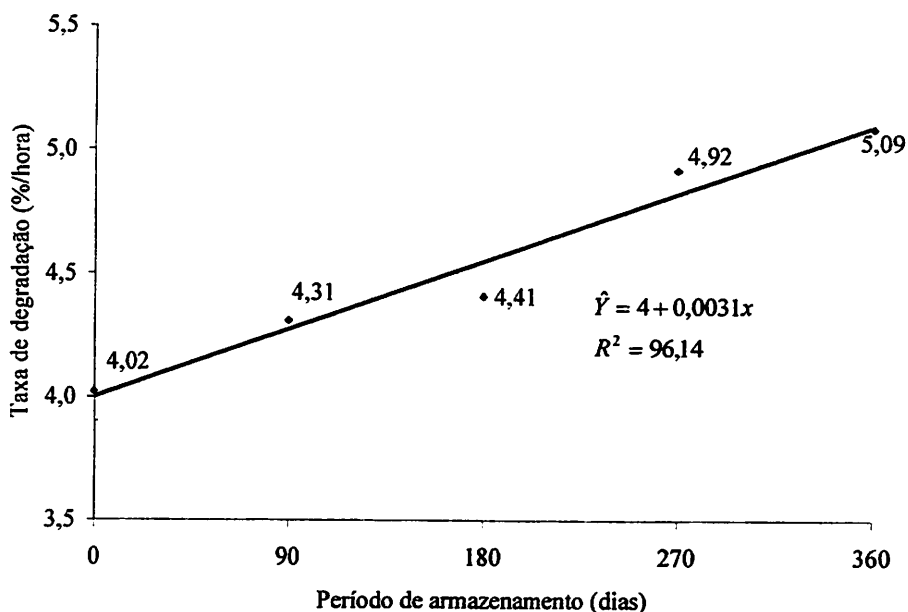


FIGURA 5.1. Efeito do período de armazenamento sobre a taxa de degradação da MS (% por hora) da casca e polpa de café.

TABELA 5.1. 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	

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%.

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 microorganismos do rúmen (Barcelos, 2000).

TABELA 5.2. Teores médios das frações dos carboidratos, na casca e polpa desidratada de café, de acordo com as cultivares (% dos carboidratos totais).

Cultivares	Frações (% dos carboidratos totais)							
	A		B ₁		B ₂		C	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuai	11,17	8,34	0,12	0,08	65,20	66,85	23,42	25,11
Rubi	10,03	7,28	0,11	0,07	65,43	67,47	23,94	25,57
Mundo Novo	9,11	6,07	0,09	0,06	66,74	68,00	24,13	25,60
Média	10,10	7,23	0,11	0,07	65,79	67,44	23,83	25,43

TABELA 5.3. Teores médios dos carboidratos da casca e polpa desidratada de café, segundo as cultivares (% na MS).

Cultivares	Carboidratos (% na MS)					
	Total		CNE		CE	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Catuai	79,26	76,36	12,79	8,81	66,46	67,54
Rubi	79,27	76,23	13,01	7,79	66,26	68,43
Mundo Novo	77,71	75,40	11,50	6,97	66,20	68,44
Média	78,75	74,99	12,43	7,86	66,31	68,14

Foram encontrados efeitos significativos na taxa de degradação e tempo de colonização da FDN ($P \geq 0,01$; $P \geq 0,00$ e $P \geq 0,00$) e SDN ($P \geq 0,03$; $P \geq 0,00$ e $P \geq 0,00$), respectivamente de cultivar, material e interação de ambos. A casca de

café apresentou maior taxa de degradação e menor tempo de colonização que a polpa desidratada (Tabela 5.4) 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. Tal fato foi relatado por Barcelos (2000), o qual encontrou valor significativamente maior (67,4%) para polpa desidratada comparada à casca (65,7%) para a fração de degradação lenta (B₂) dos carboidratos.

A fração solúvel em detergente neutro (SDN) da casca de café, comparada à polpa, apresentou maior ($P \geq 0,00$) taxa de degradação (Tabela 5.4) decorrente da maior proporção de frações A e B₁ na casca (Tabela 5.2), principalmente a de degradação rápida.

TABELA 5.4. 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%.

Devido a ausência de trabalhos sobre a produção de gás com a casca e polpa desidratada de café, os resultados deste estudo foram comparados aos de Cabral et al. (1997) e Malafaia, Valadares Filho e Vieira (1997), trabalhando com outros materiais fibrosos.

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, Valadares Filho e Vieira (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 5.2) produzido nas três cultivares estudadas. Segundo Malafaia et al. (1997), tal 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 5.2), ao passo que na MS e FDN, a maximização da produção de gás ocorreu às 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 5.1 e 5.4), mostrando que a fração solúvel da polpa desidratada é baixa e, conseqüentemente, o tempo de colonização foi maior (Tabela 5.1 e Figura 5.3).

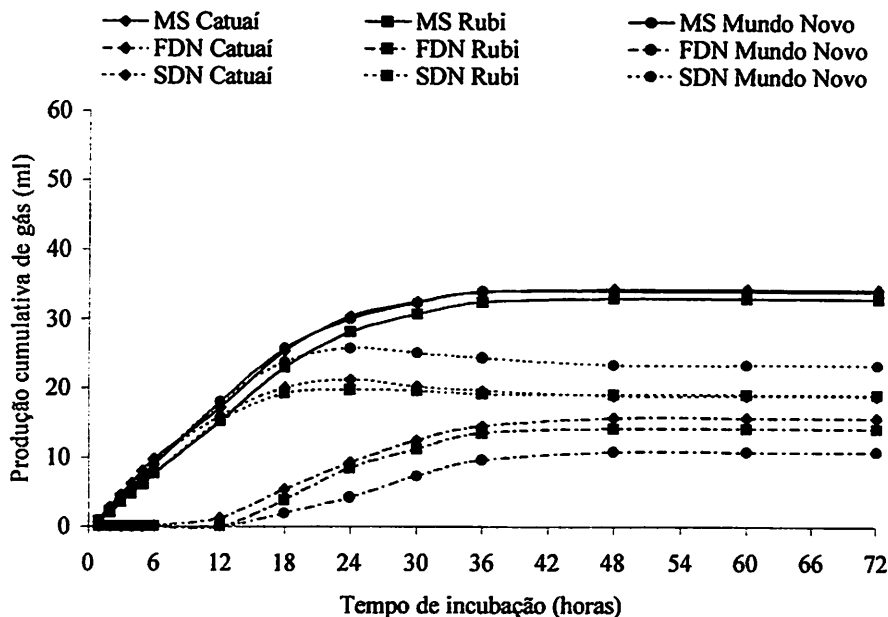


FIGURA 5.2. Produção cumulativa de gás (ml) oriunda da matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fração solúvel em detergente neutro (SDN) da casca de café Catuai, Rubi e Mundo Novo, em função do tempo de incubação.

A fração solúvel da polpa de café contribuiu para o aumento total de gás (Figura 5.3) 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 encontrou 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 5.3), superior ao da casca de café (Figura 5.2), indicando que até 60 horas existiam 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 as cultivares Catuaí e Rubi.

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

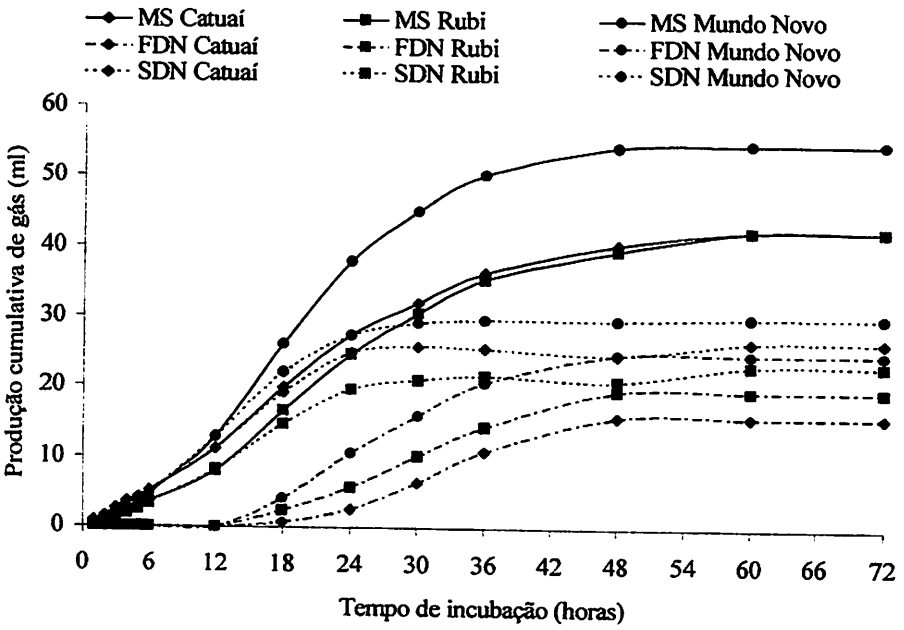


FIGURA 5.3. Produção cumulativa de gás (ml) oriunda da matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fração solúvel em detergente neutro (SDN) da polpa desidratada de café Catuaí, Rubi e Mundo Novo, em função do tempo de incubação.

Longo período de colonização, como o ocorrido com a polpa comparada a casca de café (Tabela 5.1), pode comprometer a utilização do alimento pelos microorganismos do rúmen, devido à taxa de passagem. O alimento passa à parte distal do trato gastrointestinal antes de iniciar a colonização e digestão dos carboidratos estruturais e proteína ligada à parede celular. Isso pode ser uma limitação da polpa desidratada de café na alimentação de ruminantes. Assim, a maior contribuição da casca está na SDN que é baixa.

7 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.

Na casca de café, a maximização na produção de gás ocorrida às 36 horas foi decorrente da fermentação da SDN, ao passo que na polpa, ocorrida às 60 horas, foi devido à fermentação da FDN. Os resultados mostram que após 36 horas na casca de café e 60 horas na polpa, independentes de variedade, todos os carboidratos foram fermentados.

8 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.**

- MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALENWSKI, A. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.93, n. 1, p. 217-223, Aug. 1979.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computadorized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.6, n. 4, p. 1063-1073, Apr. 1993.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P.; STONE, W.C. Rates of digestion of feeds measured in vitro with computers. **Proceedings of the Cornell Nutrition Conference**, Ithaca, p.74-81, Oct. 1994.
- RIBEIRO FILHO, E. **Degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro da casca de café e desempenho de novilhos mestiços em fase de recria**. Lavras: UFLA, 1998. 55p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).
- SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n. 11, p.2980-2991, Nov. 1994.
- SOUZA, A.L. **Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 58p.
- TEIXEIRA, J.C. Café. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 123-151.
- TEIXEIRA, M.N.M. **Determinação da degradabilidade “in situ” das diferentes frações da casca de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 1999. 44 p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; Mc ALLAN, A.B. FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 48, p. 185-197, 1994.

THIAGO, L.R.L.S.; COLUCCI, P.; PLAIZIER, J.C.; IGHE, A.; MURPHY, A., FEIJO, G.L.D. Produção de gás: uma alternativa para digestibilidade in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ. 1997. p. 100-102.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v. 18, p.104-111, 1963

VALENTIN, S.F.; WILLIAMS, P.E.V.; FORBES, J.M.; SOUVANT, D. Comparison of the in vitro gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short-an long-term processes of degradation of maize silage in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 78, n. 1/2, p. 81-99, Mar. 1999.

VILELA, F.G. **Uso da casca de café melosa em diferentes níveis na alimentação de novilhos confinados.** Lavras: UFLA, 1999. 46p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

**Capitulo 6 Considerações gerais sobre a utilização da casca e polpa de café
(*Coffea arabica* L.) na alimentação de ruminantes**

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A UTILIZAÇÃO DA CASCA E POLPA DE CAFÉ

A polpa de café é o subproduto obtido quando o café cereja é despulpado ou quando o café verde é descascado, que, também pelo seu alto teor de FDN e fibra não degradada no rúmen, pode ser classificado como volumoso de qualidade média. Atualmente, 20% do café colhido no Brasil é despulpado e descascado. Contudo, não existem no Brasil estudos sobre a sua utilização na alimentação de bovinos. Por ser um material com grande teor de umidade, é altamente perecível e poluente. O seu aproveitamento na alimentação de ruminantes depende de conservação. O processo de desidratação, por ser dispendioso, poderá inviabilizar a sua utilização na alimentação de bovinos e a alternativa mais racional seria a sua ensilagem pura ou com outros materiais.

Baseado neste e outros estudos (Barcelos et al., 1993; Barcelos et al., 1994; Barcelos et al., 1995; Barcelos et al., 1996a; Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b) a respeito da casca de café na alimentação de bovinos, pode-se estabelecer alguns critérios para recomendar este material na alimentação de bovinos, bem como indicar novos estudos a serem conduzidos.

A casca de café deve ser classificada como volumoso de qualidade intermediária e sua utilização na alimentação de bovinos, no máximo de 16 % da MS total ou 600 g de casca por 100 kg de peso vivo do animal. Essa recomendação é feita em função do seu alto teor de FDN e fração não degradada no rúmen (Barcelos et al., 1993; Barcelos et al., 1994; Barcelos et al., 1995; Barcelos et al., 1996a; Barcelos et al., 1996b; Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b; Barcelos, 2000).

O processo de moagem pode acelerar a passagem da casca de café pelo trato digestivo dos bovinos portanto, o seu fornecimento a esses animais, sempre que possível, deve ocorrer na sua forma natural, ou seja, sem moagem.

Estudos detalhados sobre a biodisponibilidade dos minerais da casca e polpa para os bovinos e sobre a cinética da digestão ruminal utilizando as frações dos carboidratos, devem ser realizados, visando a recomendação desses materiais na alimentação de ruminantes.

São necessários, sobretudo, estudos com o fracionamento dos compostos nitrogenados, uma vez que esses materiais têm teores de PB maiores que os do milho, mas não se conhece a disponibilidade desses compostos nitrogenados, para se recomendar, com segurança, a casca e polpa de café na alimentação de ruminantes.

2 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; BUENO, C.F.H.; FERREIRA, J.J.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. I - Resultados técnicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 427.

BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; BUENO, C.F.H.; FERREIRA, J.J.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. - Resultados técnicos do segundo ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 547.

- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; BUENO, C.F.H.; FERREIRA, J.J.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. - Resultados técnicos do 3º ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Maringá. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 185-187.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; FERREIRA, J.J.; SETTE, R.S.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de bezerros em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996a, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996a. p.46-47.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von; FERREIRA, J.J.; SETTE, R.S.; AMARAL, R.; PAIVA, P.C.A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996b, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996b. p. 128-130
- 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**, 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** v. 26, n. 6, p. 1215-1221, nov./dez. 1997b.

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

ANEXOS

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

ANEXOS

Anexo A	Página
Tabela 1A Quadrados médios das variáveis MS, PB, EE, FDN e FDA	94
Tabela 2A Quadrados médios das variáveis celulose, hemicelulose, matéria mineral, cálcio e fósforo	94
Tabela 3A Quadrados médios das variáveis Mg, K, Fe, Cu, Zn e MN	95
Tabela 4A Quadrados médios das variáveis cafeína, taninos, lignina na MS, lignina na FDN e sílica	95
Tabela 5A Quadrados médios das frações de carboidratos	96
Tabela 6A Quadrados médios das taxas de degradação (μ) da MS, FDN e SDN e tempo de colonização (L) da MS e FDN	96

TABELA 1A. Quadrados médios das variáveis MS, PB, EE, FDN e FDA.

F.V.	GL	Quadrados médios				
		MS	PB	EE	FDN	FDA
Cultivar (C)	2	0,2242	11,3990*	0,0514	0,2907	16,5076
Material (M)	1	0,8545	205,2996*	1,4899*	17,8846*	113,7713*
Período (P)	4	0,0062	0,2542	0,0223	19,9268*	1,2663
C×M	2	0,1735	0,0584	0,2832*	0,8297	2,1218
C×P	8	0,2463	0,0536	0,0658	4,0442	7,6946
M×P	4	0,1934	0,0823	0,1415	4,7212	18,8942
C×M×P	8	0,2101	0,0477	0,0236	3,7312	10,3863
Erro	60	0,2154	0,2045	0,0750	2,7645	22,1687
Total	90					
Média geral		88,473 0	11,4314	2,6893	77,6347	53,3292
CV (%)		0,5246	3,9558	10,1812	2,1417	8,8288

* Nível de significância apresentado no texto.

TABELA 2A. Quadrados médios das variáveis celulose, hemicelulose, matéria mineral, cálcio e fósforo.

F.V.	GL	Quadrados médios				
		Celulose	Hemicel.	Cinza	Cálcio	Fósforo
Cultivar (C)	2	4,8999	13,4382	0,1744	0,0075*	0,0033*
Material (M)	1	7,7088	41,4530	0,0061	0,0000	0,0000
Período (P)	4	2,1581	25,8118	0,1789	0,0000	0,0000
C×M	2	1,7978	0,3489	0,1568	0,0000	0,0000
C×P	8	4,8500	12,4747	0,1740	0,0004*	0,0001
M×P	4	5,8664	16,2440	0,3017	0,0002	0,0002
C×M×P	8	2,8263	14,2788	0,2484	0,0002	0,0000
Erro	60	4,5758	24,18479	0,2480	0,0001	0,0001
Total	90					
Média geral		36,9695	24,3053	8,5095	0,3609	0,1792
CV (%)		5,7861	20,2334	5,8524	3,2786	6,0838

* Nível de significância apresentado no texto.

TABELA 3A. Quadrados médios das variáveis Mg, K, Fe, Cu, Zn e MN.

F.V.	GL	Quadrados médios					
		Mg	K	Fe	Cu	ZN	MN
Cultivar (C)	2	0,0038*	0,0058	2363,14	0,62	0,25	5,09
Material (M)	1	0,0000	19,9202*	5892,92	99,33*	0,08	7,82
Período (P)	4	0,0000	0,0046	749,73	0,25	1,57	0,62
C×M	2	0,0000	0,0079	573,62	2,20	0,00	1,48
C×P	8	0,0001	0,0356	1545,69	1,06	10,31	21,69
M×P	4	0,0003	0,0852*	4763,36	9,26	16,29	26,89
C×M×P	8	0,0000	0,0365	7096,20	1,15	8,47	10,22
Erro	60	0,0001	0,0252	3993,55	1,06	8,29	22,43
Total	90						
Média geral		0,1827	3,1857	1248,49	16,14	21,27	71,25
CV (%)		6,5287	4,9846	5,06	6,37	13,54	6,65

* Nível de significância apresentado no texto.

TABELA 4A. Quadrados médios das variáveis cafeína, taninos, lignina na MS, lignina na FDN e sílica.

F.V.	GL	Quadrados médios					
		Cafeína	Taninos	Lignina MS	Lignina FDN	Sílica	Cafeína
Cultivar (C)	2	0,0003	0,0166	0,0481	0,0285	0,0320	0,0003
Material (M)	1	0,0007	0,0069	0,0031	0,1647	0,1914*	0,0007
Período (P)	4	0,0336*	3,1464*	0,2469*	1,0021*	0,0738	0,0336*
C×M	2	0,0023	0,0486	0,0223	0,0709	0,10574	0,0023
C×P	8	0,0108	0,0957	0,0847	0,1315	0,0593	0,0108
M×P	4	0,0047	0,0166	0,0436	0,0218	0,0181	0,0047
C×M×P	8	0,0036	0,0160	0,0772	0,0859	0,0976	0,0036
Erro	60	0,0059	0,0484	0,0789	0,1101	0,0532	0,0059
Total	90						
Média geral		0,8681	2,2488	11,5823	10,1648	1,6399	0,8681
CV (%)		8,8872	9,7836	2,4248	3,2651	14,0681	8,8872

* Nível de significância apresentado no texto.

TABELA 5A. Quadrados médios das frações de carboidratos.

F.V.	GL	Quadrados médios			
		A	B1	B2	C
Cultivar (C)	2	35,2006*	0,0037*	14,3141*	3,0764
Material (M)	1	185,8759*	0,0257*	61,1738*	57,5200*
Período (P)	4	33,0023*	0,0029*	5,5086*	12,6167*
C×M	2	0,1616	0,0001	1,1194	0,0989
C×P	8	3,0094	0,0003	1,8166	2,7080
M×P	4	1,6070	0,0002	0,1317	0,3118
C×M×P	8	3,6267	0,0003	1,4653	2,2064
Erro	60	2,7698	0,0004	1,9749	1,7586
Total	90				
Média geral		8,6660	0,0891	66,6151	20,6277
CV (%)		19,2047	22,5372	2,1096	5,3847

* Nível de significância apresentado no texto.

TABELA 6A. Quadrados médios das taxas de degradação (μ) da MS, FDN e SDN e tempo de colonização (L) da MS e FDN.

F.V.	GL	Quadrados Médios				
		μ MS	L MS	μ FDN	L FDN	μ SDN
Cultivar (C)	2	0,8795*	0,3310	1,2605*	214,34*	0,8749*
Material (M)	1	12,1367*	4605,17*	16,069*	18,96*	12,1734*
Período (P)	4	3,5326*	0,2544	0,2002	3,2385	0,0063
C×M	2	2,8909*	0,1925	3,7823*	188,32*	2,8831*
C×P	8	0,0737	0,3079	0,1212	7,5772*	0,0740
M×P	4	0,1575	0,2360	0,0969	5,6005	0,1583
C×M×P	8	0,1023	0,1659	0,1017	5,4724	0,10269
Erro	60	0,2288	0,2157	0,2795	2,6076	0,2288
Total	90					
Média geral		4,5494	10,6817	5,2685	17,1852	7,4442
CV (%)		10,513	4,3480	9,9704	9,3964	6,4259

* Nível de significância apresentado no texto.

