



**AVALIAÇÃO DA CASCA DE CAFÉ COMO
ALIMENTO PARA VACAS LEITEIRAS
HOLANDÊS - ZEBU**

ANAMARIA ALMEIDA COSTA TAVARES

2003

ANAMARIA ALMEIDA COSTA TAVARES

**AVALIAÇÃO DA CASCA DE CAFÉ COMO
ALIMENTO PARA VACAS LEITEIRAS
HOLANDÊS - ZEBU**

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

Orientador

Prof. Marcos Neves Pereira

Lavras
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

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

Tavares, Anamaria Almeida Costa

Avaliação da casca de café como alimento para vacas leiteiras
Holandês-Zebu / Anamaria Almeida Costa Tavares. -- Lavras :
UFLA, 2003.

49 p. : il.

Orientador: Marcos Neves Pereira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Vaca leiteira. 2. Casca de café. 3. Polpa de citros. 4.
Nutrição animal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.20852

ANAMARIA ALMEIDA COSTA TAVARES

**AVALIAÇÃO DA CASCA DE CAFÉ COMO
ALIMENTO PARA VACAS LEITEIRAS
HOLANDÊS - ZEBU**

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

APROVADA em 24 de fevereiro de 2003

Prof. Ronaldo Braga Reis

UFMG

Prof. Adauto Ferreira Barcelos

EPAMIG

Prof. José Camisão de Souza

UFLA

Prof. Marcos Neves Pereira
UFLA
(Orientador)

Lavras
MINAS GERAIS – BRASIL

OFEREÇO

A Deus, em primeiro lugar. Ao meu filho Lucas, que esteve presente sempre e ao meu marido, Marcelo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque Ele pode e faz “além, infinitamente além do que podemos pedir e conceber” Ef 3,20.

Ao Professor Marcos Neves Pereira, pelos seus ensinamentos e exemplo de dedicação e seriedade.

Ao Marcelo, pela sua ajuda tão necessária no experimento e pela sua presença.

Ao meu pai, pelo apoio e por ter concedido a Fazenda Roseira, com todas as despesas, para a condução do experimento.

A minha mãe, pela sua ajuda, durante o curso, com o meu filho Lucas.

Ao Márcio Luiz Chaves, pela sua ajuda sempre presente.

Aos Professores Adauto Ferreira Barcelos, Ronaldo Reis Braga e José Camisão de Souza, pelas suas valiosas sugestões.

Ao Paulo Henrique Fernandes, pela sua ajuda durante o experimento.

A Central de Laticínios do Estado de São Paulo, por ter realizado análises do experimento.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

SUMÁRIO

| | Página |
|---------------------------------|---------------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 A casca de café..... | 3 |
| 2.2 A cafeína..... | 6 |
| 2.3 Polifenóis..... | 10 |
| 2.4 Desempenho..... | 15 |
| 2.5 Polpa cítrica..... | 18 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| 3.1 Análises estatísticas..... | 27 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 29 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 41 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 42 |

RESUMO

TAVARES, Anamaria Almeida Costa. **Avaliação da casca de café como alimento para vacas leiteiras Holandês-Zebu**. Lavras: UFLA, 2003. 49p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)*

O objetivo deste experimento foi avaliar o desempenho de vacas leiteiras Holandês-Zebu alimentadas com concentrados contendo 25% de casca de café (Café) ou polpa de citros (Polpa) em substituição ao milho em grão moído (Milho; 47,4% do concentrado). Quarenta e duas vacas foram blocadas por produção de leite e alocadas a um dos três tratamentos por 56 dias, após um período de padronização de 14 dias. Os concentrados foram fornecidos duas vezes ao dia no momento das ordenhas, na relação de 1 kg de concentrado para cada 2,5 kg da produção média de leite do bloco mensurada no final do período de padronização. Os animais foram suplementados com 20 kg de cana-de-açúcar e tiveram acesso a pasto de braquiária. As mensurações da mesma variável obtidas no final do período de padronização foram utilizadas como covariável no modelo estatístico. Os dados obtidos semanalmente foram analisados como medidas repetidas pelo procedimento Mixed do SAS. A substituição de milho por casca de café deprimiu a produção de leite e de sólidos enquanto a polpa cítrica resultou em resposta produtiva similar ao milho. A produção diária de leite corrigido para 3,5% de gordura foi 7,5 kg no Milho, 7,9 kg no Polpa e 6,2 kg no Café ($P < 0,01$). A queda na produção de leite no tratamento Café foi observada na primeira semana de aplicação dos tratamentos e se manteve ao longo de todo o período experimental. As vacas consumindo casca de café tiveram maior perda de peso vivo ($P = 0,03$). A sobra de cocho no momento da ordenha foi 30% no Café ($P < 0,001$), mais alta ao longo de todo o período experimental, resultando em menor consumo de concentrado neste tratamento ($P < 0,001$). A frequência de vacas relutando em entrar no canzil no momento da ordenha foi 10% no Café e 1% nos outros dois tratamentos ($P < 0,01$). Não foi detectado efeito da casca de café sobre o temperamento dos animais no momento da ordenha, sobre a frequência de defecação na ordenha e sobre a contagem de células somáticas ($P > 0,46$). O concentrado Polpa foi o de maior eficiência financeira e o Café o menos eficiente ($P = 0,05$). O menor custo por kg do concentrado com casca de café não foi vantajoso proporcionalmente à queda induzida na produção de leite por animal. O consumo diário de casca de café foi 575 gramas por animal. Estes dados sugerem que o potencial da casca de café como ingrediente em dietas para vacas em lactação é baixo.

Comitê Orientador: Marcos Neves Pereira – UFLA (Orientador), Aduino
Ferreira Barcelos – EPAMIG, José Camisão de Souza – UFLA, Ronaldo Braga
Reis – UFMG

ABSTRACT

TAVARES, Ana Maria Almeida Costa. **Evaluation of coffee hulls as a feedstuff for Holstein–Zebu dairy cows**. Lavras: UFLA, 2003. 49p. (Dissertation – Master in Animal Science) *

The objective of this experiment was to evaluate the performance of Holstein-Zebu dairy cows fed concentrates containing 25% of coffee hulls (Coffee) or citrus pulp (Pulp) in substitution to ground corn grain (Corn; 47.4% of the concentrate). Forty two cows were blocked based on milk yield and allocated to one of the three treatments for 56 days, after a 14-day standardization period. Concentrates were fed twice a day during milking time at the ratio of 1 kg of concentrate to each 2.5 kg of the average milk yield of the block measured at the end of the standardization period. The animals were supplemented with 20 kg of sugarcane and had access to *Brachiaria* pasture. Measurements of the same variable obtained at the end of the standardization period were used as covariate in the statistical model. Data obtained weekly were analyzed as repeated measures with the SAS Mixed procedure. The substitution of corn by coffee hulls decreased milk and solids yield while citrus pulp resulted in similar performance to corn. The daily 3.5% fat-corrected milk yield was 7.5 kg on Corn, 7.9 kg on Pulp and 6.2 kg on Coffee ($P<0.01$). The decrease in milk yield for treatment Coffee was observed in the first week of application of treatments and was maintained throughout the experimental period. Cows consuming coffee hulls had greater loss of body weight ($P=0.03$). Feed orts during milking was 30% on Coffee ($P<0.001$), higher throughout the experimental period, resulting in smaller concentrate intake in this treatment ($P<0.001$). Frequency of cows with difficult stall entrance during milking was 10% on Coffee and 1% on the other two treatments ($P<0.01$). There was no detectable effect of coffee hulls on animal behavior during milking, on the frequency of parlor defecation and on somatic cell count ($P>0.46$). Concentrate Pulp was the one of greatest financial efficiency and Coffee the least efficient ($P=0.05$). The smallest cost per kg of the concentrate with coffee hulls was not advantageous proportionally to the induced decrease in milk yield per animal. The daily consumption of coffee hulls was 575 grams per animal. These data suggest that the potential of coffee hulls as a feedstuff for lactating cow diets is low.

1 INTRODUÇÃO

A alta capacidade dos ruminantes de digerir alimentos ricos em fibra torna estes animais capazes de consumir dietas formuladas com fontes de fibra não-forrageiras (FFNF) (Armentano & Pereira, 1997) ou subprodutos de plantas utilizadas para consumo humano. A utilização de FFNF é uma maneira de integrar a produção animal a outras atividades agrícolas. Minas Gerais produz cerca de 50% do café (SPA, 2002b) e 30% do leite brasileiros (SPA, 2002a).

Assumindo que a relação entre grãos e casca de café seja de 1:1 (Bartholo et al., 1989), a produção da casca de café em Minas Gerais, na safra 2002/2003, foi de cerca de 1440 mil toneladas. Pequena parte desta casca retorna à lavoura como composto orgânico e o restante é perdido. Viabilizar a utilização da casca de café como alimento para vacas em lactação pode beneficiar biológica e financeiramente tanto a indústria do café quanto a do leite no estado de Minas Gerais.

Os dados de literatura sobre a utilização da casca de café na alimentação de vacas leiteiras são escassos. Barcelos et al. (1996b) realizaram um experimento fornecendo a casca de café na alimentação de vacas holandesas em lactação, e não encontraram diferença significativa no desempenho das vacas. No entanto, este resultado poderia ser decorrente da falta de poder experimental deste experimento para detectar diferenças significativas. Portanto, se mantém indefinido o conhecimento sobre o potencial da casca de café como alimento para vacas leiteiras.

A polpa de citros peletizada é um subproduto da produção de suco de laranja e representa 49% da laranja (Empresas Associadas, 2002). Ela é utilizada como concentrado energético para a alimentação de ruminantes, tendo valor nutricional para lactação similar ao milho brasileiro (Assis et al., 2000; Menezes et al., 2000; Nussio et al., 2000).

A produção brasileira de polpa peletizada em 2001 foi de 800 mil toneladas (Empresas Associadas, 2002). O estado de São Paulo produz cerca de 80% da laranja brasileira e Minas Gerais tem sido um importador de polpa cítrica para produção de leite. Apesar da utilização de polpa cítrica ser uma maneira efetiva de explorar o potencial de ingestão de FFNF da vaca leiteira, a possibilidade de utilização da casca de café, em substituição à polpa, tornaria o estado de Minas Gerais mais eficiente na produção de leite, por evitar o custo de transporte deste subproduto para nosso estado. Uma comparação direta do potencial de substituição da polpa peletizada por casca de café em dietas para vacas em lactação tem interesse específico para o estado de Minas Gerais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de vacas leiteiras Holandês-Zebu alimentadas com concentrados contendo 25% de casca de café ou polpa de citros em substituição ao milho em grão seco e moído. Neste caso, tanto a polpa de citros como o milho foram utilizados como controle para testar a viabilidade da casca de café como alimento para vacas leiteiras de baixa produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A casca de café

No processamento do café, depois da colheita, este é submetido ao processo de separação de impurezas. Em seguida, é encaminhado para o separador hidráulico ou lavadores onde ocorre a separação dos grãos bóias (secos, brocados, mal-formados ou verdes) dos frutos perfeitos ou cereja. Após este estágio, o café pode ser processado via úmida ou seca. O mais comum no Brasil é a via seca, que consiste na secagem do café em terreiros ou pré-secadores e secadores mecânicos sem tratamento prévio, sendo então beneficiado e obtida a casca de café. Já por via úmida, o café, antes da secagem, é submetido às operações de descascamento ou lavagem e degomagem. O descascamento é a retirada da casca do fruto maduro, que gera o café descascado. O café descascado permanece com boa parte da mucilagem durante o processo de secagem. Após este estágio, para formar o café despulpado ocorre a fermentação da mucilagem e lavagem dos grãos (Figura 1). O processamento do café via úmida é comum na América Central, México, Colômbia e Quênia (Silva, 1999).

A casca ou palha de café, proveniente da limpeza do café em coco é composta de epicarpo ou casca, mesocarpo ou mucilagem ou polpa, endocarpo ou pergaminho e película prateada. A polpa é composta de epicarpo e parte do mesocarpo (Matielo, 1991). A casca de café é obtida seca e contém o pergaminho; a polpa é úmida e não possui o pergaminho. Assim, a casca de café pode ser utilizada sem qualquer processamento, enquanto a polpa necessita ser desidratada ou ensilada. A casca de café melosa é a casca da qual é retirado o pergaminho. O pergaminho representa, em média, 32,4% da casca, com teores

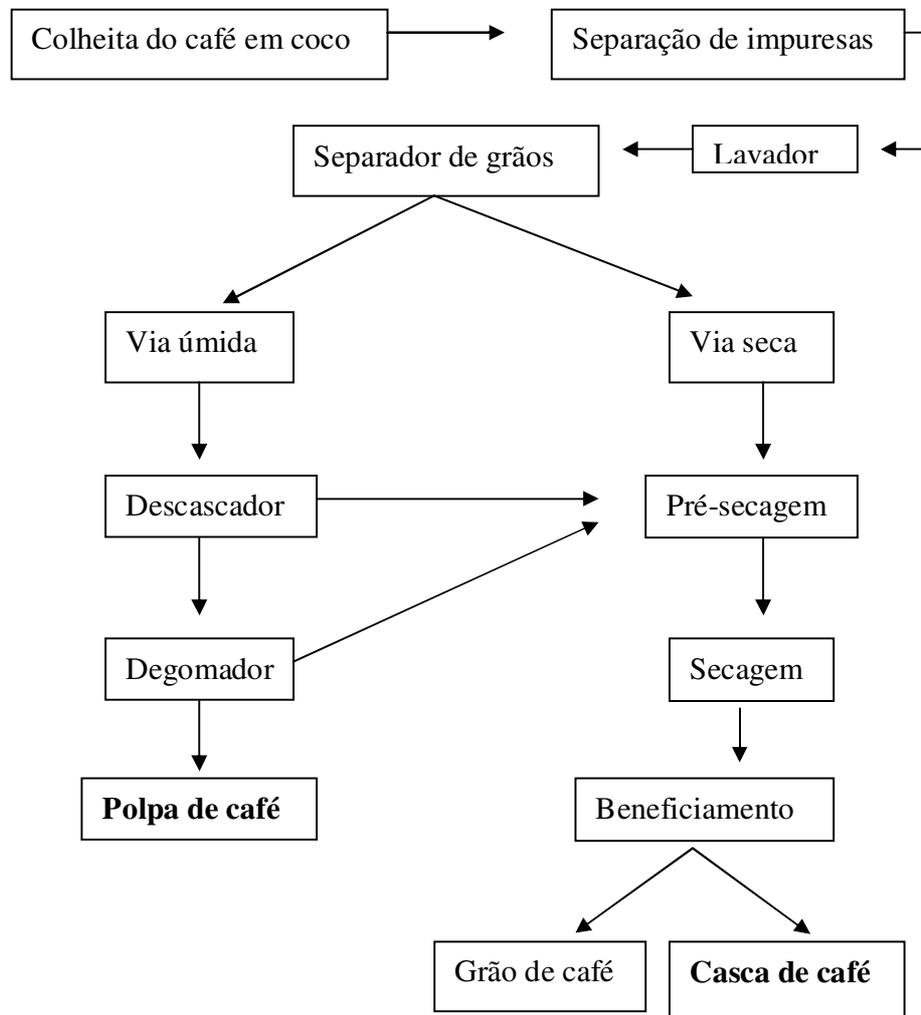


FIGURA 1. Processamento e beneficiamento do fruto de café com a geração dos subprodutos polpa de café e casca de café. O grão obtido via úmida, quando passa pelo descascador, é chamado de café descascado e, pelo degomador, café despulpado.

de FDN e FDA em torno de 84% e 74%, respectivamente. Parece que existe efeito da variedade de café sobre o teor fibroso do pergaminho (Teixeira, 1999). A casca de café caracteriza-se por ser um alimento fibroso, com teores de proteína bruta semelhante aos do milho e aos da polpa de citros. Contém, em média, 21% de carboidratos não fibrosos que, provavelmente é constituído de pectina, que é um carboidrato com alta taxa de degradação no rúmen (Ben-Ghedalia et al., 1989). O conteúdo de carboidratos não fibrosos pode conferir bom valor energético a esse alimento (Tabela 1).

Ribeiro Filho (1998) avaliou a degradabilidade *in situ* da casca de café em novilhos. A degradabilidade efetiva da FDN foi 27,3%, enquanto que a degradabilidade de uma amostra de milho desintegrado com palha (MDPS) foi 51,4%. A degradabilidade potencial da FDN foi 40,5% para a casca de café e

TABELA1. Composição da casca de café segundo os autores relacionados.

| | MS ¹ | PB ¹ | FDN ¹ | FDA ¹ | EE ¹ | MM ¹ | CNF ¹² |
|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | % | % MS | % MS | % MS | %MS | %MS | % MS |
| Barcelos (2000) | 88,4 | 9,9 | 77,2 | 52,2 | 2,8 | 8,5 | 1,4 |
| TEIXEIRA (1999) | 85,2 | 9,9 | 66,8 | 60,5 | | | 12,3 ³ |
| Ribeiro Filho (1998) | 90,0 | 8,5 | 70,7 | 45,3 | | | 9,7 ³ |
| Barcelos et al., (1997b) | 88,6 | 11,4 | 49,5 | 40,6 | 1,9 | | 28,7 ⁴ |
| Barcelos et al., (1997a) | 87,7 | 10,3 | 51,7 | 42,0 | 1,9 | | 27,6 ⁴ |
| Barcelos et al., (1996b) | 89,1 | 9,7 | 34,5 | 30,4 | 1,3 | | 46,0 ⁴ |
| MÉDIA | 89,8 | 10,0 | 58,4 | 45,2 | 2,0 | 8,5 | 21,0 |

¹Valores como % da matéria seca, exceto a MS que é % da matéria natural

²CNF = 100-(PB+FDN+EE+MM)

³Para o cálculo destes foi usado 8,5 e 2,0 para MM e EE respectivamente.

⁴Para o cálculo destes foi usado 8,5 para MM.

91,8% para o MDPS. Teixeira (1999) conduziu um trabalho com duas vacas não lactantes para avaliar a degradabilidade *in situ* da casca de café integral, da casca melosa e do pergaminho das cultivares de café Catuaí, Mundo Novo e Rubi.

Para o café integral, a degradabilidade efetiva da FDN foi, em média, 18,6% e a degradabilidade potencial 41,0%. Os mesmos valores, para a casca melosa, foram 29,6 e 70,9%, respectivamente. O pergaminho teve menor degradação ruminal, 13,5% de degradabilidade efetiva e 21,2% de degradabilidade potencial.

Vários autores relatam que a polpa e a casca de café contém substâncias antinutricionais que dificultam sua utilização na dieta de ruminantes (Bressani et al., 1972; Jarquin et al., 1973; Cabezas et al., 1974; Ruiz et al., 1977; Braham et al., 1977; Vargas et al., 1977; Vargas et al., 1982; Barcelos et al., 1997a; Barcelos, 2000). As mais importantes são a cafeína e os polifenóis (Cabezas et al., 1974).

2.2 A cafeína

A cafeína, pertencente ao grupo das metilxantinas, é um derivado de bases purínicas estruturalmente identificada como 1,3,7-trimetilxantina. É solúvel em água fria e quente e em determinados solventes (FIGURA 2). Está geralmente associada à teofilina e à teobromina, outros tipos de metilxantinas. É considerada um alcalóide purínico e é farmacologicamente ativa. As metilxantinas ocorrem em famílias não filogeneticamente relacionadas, com distribuição restrita principalmente a regiões tropicais e subtropicais e ocorrem em aproximadamente 60 espécies de vegetais. O café é a maior fonte de cafeína (Rates, 2000).

Em humanos, a dose farmacologicamente ativa de cafeína é 200 mg ou três xícaras de café (Rang et al., 1995). A cafeína é rápida e completamente absorvida no trato gastrointestinal e os picos plasmáticos são obtidos de 15 a 45

minutos após a ingestão. A concentração plasmática é reduzida pelo metabolismo hepático ou pela excreção via leite e urina. No fígado, a cafeína é metabolizada principalmente a parametilxantina (70%), teofilina e teobromina (Rates, 2000). A meia vida da cafeína no plasma está entre 3,5 a 6,0 horas no homem (Silva, 1998). A cafeína plasmática se encontra ligada a proteínas e a concentração de cafeína no leite humano é cerca de 70% da concentração no plasma. Esta concentração é proporcional ao teor de gordura no leite, já que ocorre ligação entre a cafeína e a gordura na glândula mamária (Nehlig & Debry, 1994). No entanto Degraives et al. (1995) encontraram concentrações similares de cafeína no soro e no leite de vacas em lactação quando a amostragem foi realizada de 1,5 a 24 horas após a administração endovenosa de benzoato de sódio de cafeína na dosagem diária de 8 mg de cafeína por kg de peso corporal. Estes autores avaliaram a farmacocinética da cafeína em seis vacas Holandesas adultas em lactação, com o objetivo de avaliar a função hepática destes animais e relataram que esta dosagem não foi suficiente para induzir qualquer alteração comportamental nos animais. A meia vida de distribuição no soro (do sangue para os tecidos) foi de 0,186 horas (0,092 a 1,336 horas) e a meia vida de eliminação (referente ao metabolismo e excreção)

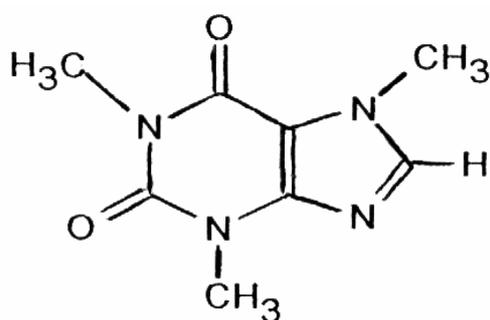


FIGURA 2. Estrutura química da cafeína.

foi de 3,84 horas (2,58 a 6,87 horas). A concentração máxima no leite foi 2,27µg/ml, variando de 1,88 a 2,72. O tempo de máxima concentração de cafeína no leite foi 0,83 horas após a infusão, variando de 0,69 a 1,07 horas, enquanto a meia vida de eliminação foi 4,03 horas, variando de 3,25 a 5,66.

É possível que cafeína dietética seja excretada pelo leite de vacas. Várias hipóteses têm sido formuladas para descrever o mecanismo de ação da cafeína na célula. São elas: mobilização intracelular de cálcio, inibição da fosfodiesterase, antagonismo aos receptores da adenosina e, mais recentemente, a ligação da cafeína aos receptores da benzodiazepina. Entretanto o mecanismo mais aceito é o antagonismo à adenosina (Nehlig et al., 1992).

Segundo Camargo (1996), as funções estimuladas pela cafeína e inibidas pela adenosina são: pressão sanguínea, sistema nervoso central, frequência urinária, respiração, lipólise, peristaltismo intestinal, liberação de catecolaminas e liberação de renina, causando ainda vasoconstrição do sistema vascular cerebral e vasodilatação periférica e estimula a contração da musculatura estriada, reduzindo a fadiga muscular e estimulando o sistema nervoso central (Rates, 2000).

A cafeína nos seres humanos reduz a fadiga, inibe o sono, melhora a concentração e o fluxo de pensamento, melhora as atividades motoras e leva a um melhor desempenho em trabalhos mentais (Rang et al., 1995). Ela também estimula o metabolismo, podendo ser um composto complementar no tratamento da obesidade. A cafeína inibe a proliferação de tecido adiposo e reduz a gordura corporal em animais submetidos a atividade física (Camargo, 1996).

Scotini et al. (1983) e Beavo et al. (1970) relatam a estimulação da lipólise pela ação das metilxantinas. Braham et al. (1977) observaram aumento da concentração dos ácidos graxos livres ($P<0,01$) no soro de bezerros que receberam polpa de café. Hawkins & Davis (1969) observaram aumento plasmático de ácidos graxos livres ($P<0,05$) e triglicérides ($P<0,05$) quando

forneceam 50 g de café instantâneo na forma de *drench* para vacas em lactação. Quando estes mesmos autores forneceam 10 g de citrato de cafeína, houve aumento de 88,6% nos níveis plasmáticos de ácidos graxos livres em relação ao controle não suplementado. No entanto, quando foram fornecidos 5 g de cafeína grau USP (que equivale a 10 g de citrato de cafeína) não foi observada resposta na concentração plasmática de ácidos graxos livres, mostrando que a forma química da cafeína pode afetar a resposta animal. No entanto, não existem evidências do efeito da suplementação de cafeína na forma de casca de café sobre o metabolismo lipídico de vacas leiteiras.

O excesso de consumo de cafeína induz a sintomas como nervosismo, agitação, ansiedade e insônia. Os pacientes que sofrem de intoxicação por cafeína ou cafeinismo desenvolvem vários sintomas nervosos, gastrointestinais ou cardíacos após o consumo de quantidades de cafeína normalmente acima de 250 mg. A variação individual na resposta à cafeína é, em parte, devido a fatores fisiológicos, como a taxa de evacuação gástrica, absorção intestinal e diferenças da meia vida da cafeína. A dose letal de cafeína em um adulto parece ser de 5-10g, administrada por via venosa ou oral, o que equivale a 75 xícaras de café. A extrapolação de dados humanos para animais não é recomendada pela diferença no metabolismo da cafeína entre animais e humanos (Nehlig et al., 1992).

Entre os animais, o efeito da cafeína sobre a agressividade varia com a espécie (Nehlig et al., 1992). A administração crônica de altas doses de cafeína ou teofilina induz ratos a um comportamento agressivo, que pode levar à automutilação e, às vezes, à morte por choque hemorrágico. Por outro lado a cafeína reduz a agressividade em gatos.

Abate (1985) relata hiperatividade de cabras alimentadas com dietas que continham 20% e 40% de polpa de café, no entanto nenhuma variável de resposta comportamental foi medida neste experimento e analisada estatisticamente. A polpa de café contém aproximadamente 0,67% de cafeína

(Bressani et al., 1972; Vargas et al., 1977; Vargas et al., 1982). Com base nestes dados parece que concentrações dietéticas de cafeína em torno de 0,13% a 0,27% da matéria seca seriam capazes de induzir distúrbios comportamentais em ruminantes. Experimentos que avaliaram a resposta comportamental de ruminantes à utilização de casca de café são inexistentes. O efeito da fermentação ruminal sobre a cafeína dietética também não foi avaliado na revisão de literatura feita neste experimento.

Nehlig & Debry (1994) também relatam em sua revisão que o oferecimento crônico de cafeína estimulou o consumo de alimentos por ratos e camundongos no decorrer da gestação e lactação sem contudo modificar o peso corporal. Estes autores também relataram que existe tendência de estimulação leve da produção de leite destes animais sem, no entanto, alterar a composição do leite. O fornecimento de cafeína durante a gestação e início da lactação parece estimular o aumento do número de células secretoras de leite em camundongos medido pela quantidade de DNA e RNA na glândula mamária. A atividade celular, medida pela relação RNA/DNA, parece não ser alterada. O efeito da cafeína sobre a fisiologia da lactação de vacas leiteiras não foi estudado.

2.3 Polifenóis

Os compostos fenólicos pertencem a uma classe que inclui uma grande diversidade de estruturas e que possui pelo menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila (Carvalho et al., 2000). A hidroxila é a parte reativa das moléculas fenólicas e o padrão de hidroxilação difere entre compostos. Os taninos de vegetais são definidos como grandes polifenóis e sua massa molecular varia de 500 a 3.000 Daltons. Os taninos são estruturalmente divididos em dois subgrupos. Os taninos

condensados (TC) são polímeros de flavanóides, tendo como exemplo a catequina. Outro subgrupo são os taninos hidrolisáveis, que contêm o grupamento galoil, podendo ser citados como exemplo os ácidos clorogênicos (Brune et al., 1989).

Ramirez (1987) cita que o composto fenólico mais abundante na polpa de café, como ocorre no grão de café (Brune et al., 1989), são os ácidos clorogênicos. Estes ácidos formam um grupo de ácidos fenólicos formados por esterificação do ácido quínico, que contém o grupamento galoil, com os ácidos caféico, ou ferúlico ou p-cumárico (FIGURA 3).

O teor de ácidos clorogênicos no grão de café é dependente da espécie e da variedade. Moreira et al. (2000) relatam que a concentração de ácidos clorogênicos em café Robusta variou de 8,8% a 11,7% do grão enquanto o teor em café Arábica variou de 5,5% a 8,0%. Dentre os ácidos clorogênicos o predominante é o 5-cafenoilquínico, que representa 66% dos ácidos clorogênicos no café Arábica e 56% no café Robusta. Outro grupo de polifenóis presentes no café é o de catequinas, especialmente a epicatequina. Outros compostos fenólicos também abundantes na polpa de café parecem ser as

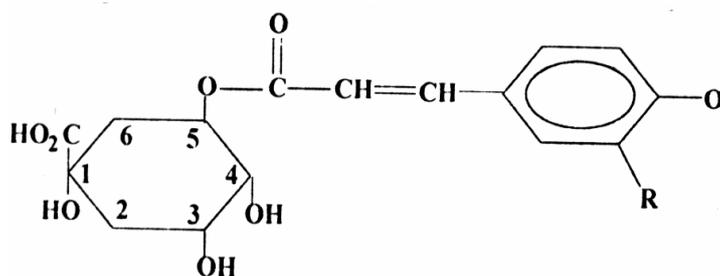


FIGURA 3. Fórmula geral do ácido clorogênico. R=H, ácido p-cumaroilquínico, R=OH, ácido 5-cafenoilquínico, R=OCH₃, ácido 5-feruloilquínico.

leucoantocianidinas ou proantocianidinas. As catequinas e as leucoantocianidinas fazem parte dos taninos condensados (TC) (Santos, 2000).

Velez et al. (1985) observaram que os polifenóis presentes na polpa de café possuem a capacidade de se ligar a proteínas. Estes autores avaliaram a interação *in vitro* entre extratos de polpa de café obtidos com diferentes solventes e fenólicos padrões (ácidos clorogênicos, catequina e ácido tânico) com gelatina, caseína e albumina. As incubações foram realizadas em pH 3,5, 5,0 e 8,0 e nas relações polifenol/proteína de 1/2 a 4/1. Foi observada maior interação de proteínas com o ácido tânico, que é formado por polimerização de ácido gálico, havendo 80% de ligação entre proteína e ácido tânico. Já a ligação dos diferentes extratos de polpa com proteína variou de 20 a 70%, ambos na relação 1/2 polifenol/proteína em pH 5,0. Os autores relatam que o extrato de polpa obtido com hidróxido de amônio teve alta capacidade de se ligar a proteínas *in vitro* e atribuem esta ligação principalmente aos polifenóis condensados.

A quantidade média de tanino na polpa de café é 2,9% (Vargas, et al., 1977; Vargas, et al., 1982) e 1,8% na casca de café (Barcelos, et al., 1996b; Barcelos, et al., 1997a; Barcelos, et al., 1997b; Barcelos, 2000). Os taninos presentes na casca de café podem ter a capacidade de se ligar às proteínas.

Tanto os TC quanto os taninos hidrolizáveis se ligam a proteínas (Santos et al., 2000) e os complexos entre taninos e proteínas podem ser reversíveis ou irreversíveis. Os reversíveis são estabelecidos via pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas. Os complexos irreversíveis ocorrem em condições oxidativas via ligações covalentes. Em ambos os casos, os fenóis são transformados em quinonas que reagem com grupos nucleofílicos na proteína, formando, então, ligações covalentes.

Em ruminantes, quando os taninos são ingeridos, as pontes de hidrogênio parecem ocorrer no momento da mastigação, mas ligação adicional

também pode ser feita no rúmen, incluindo a ligação à proteína de outros ingredientes da dieta (Broderick et al., 1991). Os complexos TC: proteína podem ser reversíveis (Barry & Mcabb, 1999). A estabilidade do complexo TC:proteína é dependente do pH, sendo insolúvel e estável à variação de pH 3,5 – 7,0, dissociando e liberando proteína em pH menor que 3,0 e maior que 8,0 (Barry & Manley, 1984). A proteína fica então protegida da degradação ruminal e torna-se disponível para digestão no abomaso e intestino delgado. A ligação entre TC e proteína pode ser evitada pela adição de polietilenoglicol, que forma um complexo solúvel proteína: polietilenoglicol. O polietilenoglicol pode também deslocar a proteína de um complexo proteína: tanino já formado (Barry & Manley, 1986).

Uma parte dos TC totais é designada com taninos condensados livres (TCL) que são definidos por aqueles não precipitados em centrífugas de alta velocidade em plantas frescas maceradas. As pontes de hidrogênio entre tanino e proteína parecem também ocorrer entre taninos e carboidratos, mas os taninos parecem ter maior afinidade pelas funções carbonílicas das proteínas. Esta ligação é descrita como dinâmica, com ligações individuais sendo continuamente quebradas e refeitas de forma aleatória, ficando os TCL em equilíbrio com os complexos formados entre TC e proteína. Os taninos ligados e livres parecem ser, respectivamente, responsáveis pelos efeitos nutricionais benéficos e prejudiciais observados em ruminantes consumindo forragens frescas (*Lotus pedunculatos*) (Barry & McNabb, 1999).

Os TC aumentam o suprimento de proteína bruta para o intestino (Barry & Manley, 1984) e os TCL, provavelmente, são responsáveis pela depressão da digestão de carboidrato no rúmen e pela queda na ingestão de alimentos e em altas concentrações. Por reagirem e inativarem enzimas microbianas, os TCL podem reduzir a digestão ruminal de carboidratos (Barry & Ducan, 1984).

Evolutivamente, é proposto que os TC se desenvolveram em plantas como mecanismo de defesa contra microorganismos patogênicos e como maneira de limitar a ingestão das mesmas por insetos ou ruminantes. Alguns animais, principalmente os cervídeos, desenvolveram proteínas salivares que se ligam aos TC como mecanismo de defesa para reduzir os efeitos antinutricionais de altas concentrações de TC (Barry & McNabb, 1999). Os gatos e ratos também produzem enzimas salivares que se ligam aos taninos (Gottlieb & Borin, 2000). No entanto, estudos com ovelhas e vacas indicaram a não produção de proteínas ligantes aos TC na saliva (Barry & McNabb, 1999).

O desenvolvimento de *Lotus pedunculatos* em solos ácidos e com pouca adubação leva a grandes concentrações de TC (80-100g de TC/kg de MS), o que não ocorre em solos de boa fertilidade (20-40g de TC/kg de MS). Barry & Duncan (1984) avaliaram o consumo desta leguminosa sob estas duas condições. A ingestão voluntária foi maior ($P<0,05$) em oito carneiros que receberam *Lotus* com baixo tanino em relação aos quatro que receberam *Lotus* com alto tanino. Em um experimento com seis ovelhas em delineamento do tipo *change-over*, os animais foram alimentados com *Lotus* de baixo tanino com ou sem a adição de polietilenoglicol; a ingestão voluntária foi maior com a adição de polietilenoglicol ($P<0,001$). A digestibilidade aparente da matéria orgânica e do nitrogênio total também foi maior quando houve a adição de polietilenoglicol ($P<0,01$).

Wang et al. (1996) avaliaram o desempenho de 28 ovelhas em lactação pastando *Lotus corniculatos* por oito semanas. Metade dos animais foi oralmente suplementada com polietilenoglicol duas vezes ao dia e o restante dos animais não foi suplementado. Os animais não suplementados com polietilenoglicol tiveram maior produção de leite ($P<0,05$), proteína ($P<0,1$) e lactose ($P<0,05$). Neste caso, parece que a presença de TC não complexado ao polietilenoglicol

foi benéfica aos animais, provavelmente por aumentar a disponibilidade pós-ruminal de proteína dietética.

Segundo Barry & McNabb (1999), o consumo de altas concentrações de TC (70-100 g/kg de MS) leva a efeitos nutricionais prejudiciais em ruminantes. No entanto, concentrações médias de TC, como as encontradas em *Lotus corniculatos* (30 g/kg de MS), tem benefícios na produtividade de ruminantes em pastejo. Em concentrações abaixo de 4% da MS, os TC melhoram o valor nutritivo, por atuarem no metabolismo da proteína no rúmen em dietas constituídas por forragens frescas. Dados obtidos com ovelhas podem ser extrapolados para bovinos, pois ambos não possuem a proteína salivar que se liga aos TC. Como a porcentagem de tanino presente na casca e polpa de café está normalmente abaixo de 3% da MS (Barcelos et al., 1996b; Barcelos et al., 1997a; Barcelos, et al., 1997b; Barcelos, 2000; Vargas, et al., 1977; Vargas et al., 1982), com base nos dados acima espera-se que esta não seja alta o suficiente para deprimir o desempenho animal. No entanto não existem trabalhos específicos avaliando o efeito isolado dos taninos presentes na casca de café e o desempenho de ruminantes.

2.4 Desempenho animal

Barcelos et al. (1997a) avaliaram o efeito da substituição de 0%, 10%, 20%, 30% e 40% de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) por casca de café sobre o desempenho de 200 novilhos mestiços Holandês x Zebu alocados a um dos cinco tratamentos por um período experimental de 133 dias. O consumo diário de casca de café variou de 0,5 a 2 kg e o consumo de matéria seca variou de 12,4 a 13,4. O efeito da inclusão de casca de café à dieta foi aparentemente cúbico. Os ganhos foram 1,10; 1,04; 1,03; 1,05 e 0,88 kg/animal/dia para a substituição de 0%, 10%, 20%, 30% e 40 % de MDPS por

casca de café, respectivamente. Em um segundo trabalho Barcelos et al. (1997b) substituíram 0%, 20%, 40% e 60% do MDPS por casca de café. O consumo diário de casca de café variou de 0,9 a 2,6 kg e o consumo de matéria seca foi em torno de 13,4 kg. O ganho diário de peso caiu linearmente com a maior inclusão de casca de café à dieta, sendo os valores de 0,94, 0,83, 0,81 e 0,75 kg/animal/dia para os respectivos tratamentos 0%, 20%, 40% e 60 % de substituição. A casca de café reduziu o ganho diário de peso de garrotes em um mesmo consumo de matéria em ambos os experimentos, mostrando ter valor nutricional para ganho inferior ao MDPS.

Vargas et al. (1977) alimentaram 12 bezerros, com peso inicial em torno de 190 kg, com dietas em que houve substituição de casca e farelo de algodão por níveis crescentes de polpa de café. Os animais foram alimentados exclusivamente com concentrados contendo 0%, 20%, 40% ou 60% de polpa de café, em 4 quadrados latinos 4 x 4 com períodos de 22 dias. A dieta controle com 0% de polpa de café continha 54% de casca de algodão e 25% de farelo de algodão. Na dieta com 60% de polpa de café, o conteúdo de casca de algodão foi 5% e o de farelo de algodão foi 14%. As dietas foram isoprotéicas. O ganho diário de peso caiu linearmente com a maior inclusão de polpa de café à dieta, variando de 1,17 kg no tratamento controle a 0,36 kg no tratamento com 60% de polpa. O consumo diário de matéria seca foi menor quanto maior foi a inclusão de polpa de café à dieta, variando de 3,45 kg no tratamento controle a 2,29 kg no maior nível de inclusão de polpa. O consumo diário de polpa de café foi 1,5 kg no tratamento com 60% de polpa. A digestibilidade aparente da FDN e da FDA no trato digestivo total foi similar entre tratamentos, indicando que a qualidade da fibra na polpa de café e similar à qualidade da fibra na casca de algodão.

Resultado de desempenho semelhante foi observado pelos mesmos autores em garrotes com peso ao redor de 230 kg e alimentados com as mesmas dietas experimentais por 84 dias (Vargas et al., 1982). Estes trabalhos

evidenciam que o potencial de utilização da polpa de café como ingrediente dietético para bezerros e garrotes alimentados exclusivamente com concentrados e em inclusões dietéticas superiores a 20% da formulação é baixo. O baixo consumo de alimentos aparentemente resulta em queda acentuada no desempenho animal.

Barcelos et al. (1996b) avaliaram o efeito da substituição parcial de 0%, 10%, 20% e 30% do milho do concentrado por casca de café moída sobre o desempenho de 16 vacas Holandesas em lactação alocadas aleatoriamente em um dos quatro tratamentos num período experimental de 184 dias. Foi fornecido 1 kg de ração para cada 3 litros de leite produzidos e silagem de milho à vontade. O consumo diário de casca de café variou de 0,6 a 1,7 kg. O consumo diário de concentrado foi 6,1, 5,8, 5,6 e 5,6 kg de MS/animal e a produção de leite 17,9, 16,5, 16,6, 16,5 kg/animal/dia para a substituição de 0%, 10%, 20% e 30% de milho por casca de café, respectivamente. A diferença entre os tratamentos 0% e 30% de substituição de milho por casca para o consumo de concentrado foi de 0,5 kg e para a produção de leite 1,4 kg, mas não foram significativas. Como o número de vacas por tratamento foi pequeno, não fica definido o potencial da casca de café como alimento para vacas leiteiras.

2.5 Polpa cítrica

A polpa cítrica é obtida por meio da extração de resíduos sólidos e líquidos remanescentes do suco da laranja. Estes resíduos são constituídos de cascas, sementes e polpa da laranja. Inicialmente, no processamento da polpa cítrica, ocorre a moagem e adição de hidróxido ou óxido de cálcio para ocorrer uma liberação mais completa dos líquidos presentes no material. Posteriormente, ocorre uma prensagem em que é obtido um tipo de melaço que pode ser adicionado de volta à polpa no processo de desidratação. Segue-se uma fase de

estabilização em que há adição de óxido cálcio para elevar o pH a 6,0 - 6,5 e para fornecer íons de cálcio para reagir com a pectina, que está ligada à água e esta reação ajuda na liberação da água. O material moído é, então, misturado e homogeneizado para facilitar a reação do óxido de cálcio com a pectina. Ocorre nova prensagem para retirada da água e, então, o material é secado e peletizado (FIGURA 4) (Empresas Associadas, 2002).

Para avaliar o efeito da substituição de 0%, 33%, 67% e 100% do milho pela polpa de citros em dieta completa Assis et al. (2000) utilizaram 12 vacas Holandesas, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos com períodos de 18 dias. O volumoso utilizado foi silagem de sorgo. A produção diária de leite foi de 20,2, 20,7, 20,6 e 20,5 kg para a substituição de 0%, 33%, 67% e 100% do milho pela polpa de citros. Não foi observada diferença estatística para a produção e a composição de leite.

Nos países europeus e nos EUA, cerca de 90% da polpa de citros desidratada são utilizados na alimentação de vacas em lactação (Ammerman & Henry, 1991).

Nussio et al. (2000) avaliaram o processamento do milho e sua substituição por polpa cítrica sobre o consumo, produção e composição do leite em vacas leiteiras com produção diária em torno de 17 kg de leite. A combinação de diferentes processamentos de milho com a polpa cítrica resultou em desempenho superior em termos de produção de leite, de gordura e de proteína em relação à utilização de fontes de milho isoladas.

Andrade (2002) utilizou 12 vacas em lactação em quadrado latino com os tratamentos feitos pela substituição de 50% e 100% do milho do concentrado por polpa cítrica sendo o controle a não substituição. A produção de leite dos animais que receberam a dieta com substituição parcial de milho por polpa cítrica produziu menor quantidade de leite em relação aos demais tratamentos.

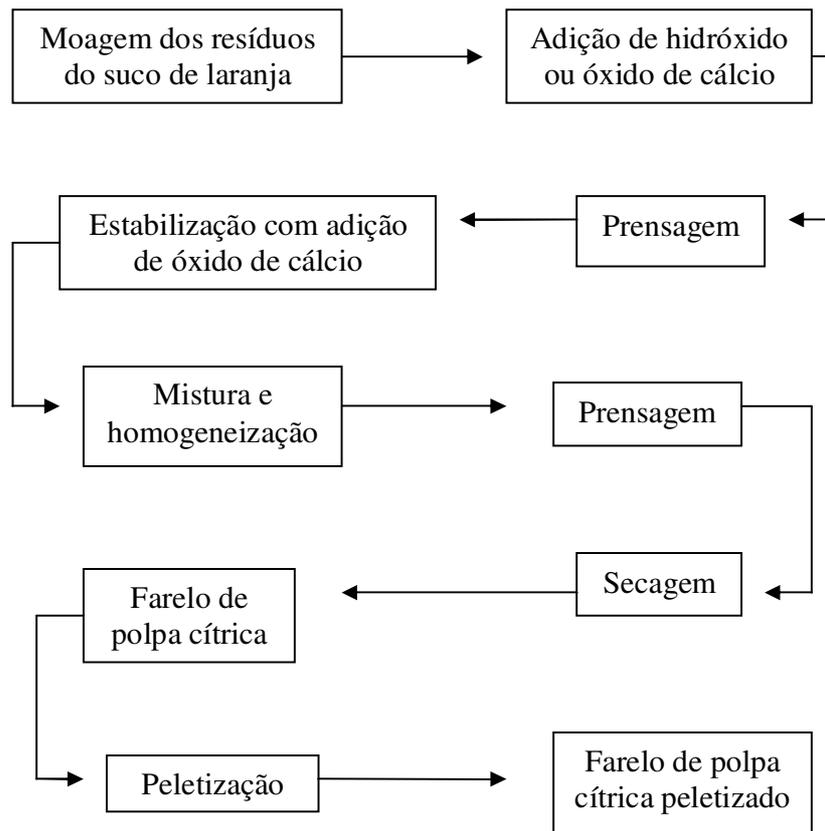


FIGURA 4. Processamento dos resíduos do suco de laranja para obtenção do farelo de polpa cítrica.

Esta diferença foi muito pequena, 28,8, 28,3, 28,6 kg/dia para os tratamentos sem substituição, 50 e 100% de substituição de milho por polpa.

A polpa de citros possui valor nutricional, semelhante ao milho, para vacas em lactação no Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 42 vacas mestiças Holandês–Zebu em lactação, todas registradas na Associação dos Criadores de Gado Girolando, e pertencentes à Fazenda Roseira, em Divisa Nova, MG, local de condução do experimento.

O experimento foi conduzido do dia 21/07/2000 a 30/09/2000. Todos os animais receberam 4 kg de um concentrado padrão formulado com milho, polpa de citros, casca de café, caroço de algodão e farelo de soja durante um período pré-experimental de padronização de 14 dias (Tabela 2). As vacas estavam em meio e final de lactação e a produção de leite diária média, o desvio padrão, o mínimo e máximo durante o período de padronização foram 8,0; 3,0; 3,5; 14,5kg respectivamente.

A produção de leite nas quatro ordenhas, dos dias 13 e 14 do período de padronização, foi utilizada como critério para blocagem das vacas em 14 blocos de 3 animais, caracterizando um delineamento de blocos casualizados. Das 42 vacas utilizadas, 33 tinham bezerro ao pé e 9 eram ordenhadas sem a presença dos bezerros. A blocagem por produção de leite foi um critério secundário ao sistema de aleitamento. Dessa forma, foram formados 11 blocos de vacas com bezerro ao pé e 3 blocos de vacas sem bezerro. Dentro de cada bloco os animais foram aleatoriamente alocados em um de três concentrados no dia 1 do período de comparação, recebendo cada tratamento continuamente por 56 dias. Os concentrados foram formulados por inclusão de 25% de casca de café (Café) ou polpa de citros (Polpa) em substituição parcial ao milho do concentrado Milho (Tabela 2).

A casca de café proveniente da Fazenda Vargem Alegre (Alfenas, MG) foi toda aquela resultante do processamento do café, o que inclui a casca, a polpa

e o pergaminho, e não sofreu moagem antes da mistura aos outros alimentos. Dessa maneira, houve maior isenção de custos adicionais de processamento ao alimento casca de café. A polpa de citros peletizada foi proveniente da empresa Branco Peres Citros LTDA (Taquaritinga, SP) sendo utilizada na forma de peletes. O caroço de algodão foi incluído inteiro na formulação. Os concentrados foram misturados por duas vezes ao longo do período experimental.

Os concentrados foram fornecidos durante a ordenha, duas vezes ao dia, em cocho com canzil para contenção individual. O concentrado era colocado no canzil antes que o animal fosse introduzido na sala de ordenha. Os animais em um mesmo bloco receberam 1 kg de concentrado para cada 2,5 kg da média de leite do bloco, determinada pela produção de leite nos dias 13 e 14 do período de padronização. A mesma quantidade de concentrado foi fornecida para cada

TABELA 2. Composição em ingredientes dos concentrados Milho, Polpa, Café e Padrão.

| Ingredientes, % ¹ | Milho | Polpa | Café | Padrão |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Milho | 47,4 | 22,4 | 22,4 | 15,0 |
| Polpa de citros | | 25,0 | | 30,0 |
| Casca de café | | | 25,0 | 10,0 |
| Farelo de soja | 14,6 | 14,6 | 14,6 | 18,5 |
| Caroço de algodão | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 20,0 |
| Uréia | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,5 |
| Calcário calcítico | 2,5 | 2,5 | 2,5 | |
| Mistura mineral ² | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| NaCl | | | | 1,5 |
| R\$/kg | 0,2440 | 0,2249 | 0,1974 | 0,2093 |

¹ Base da matéria natural.

² Mistura mineral (kg⁻¹): cálcio, 230 g; fósforo, 90 g; magnésio, 20 g; enxofre, 15 g; sódio, 240 g; cloro, 240 g; flúor, 0,9 g; cobre, 700 mg; zinco, 2700 mg; manganês, 1250 mg; ferro, 2000 mg; iodo, 80 mg; cobalto, 100 mg; selênio, 20 mg; Vit A, 200.000 UI; Vit D3, 60.000 UI; Vit E, 60 UI.

animal no decorrer do período de comparação de 56 dias. Ao longo de todo o experimento, os animais foram alimentados em grupo, com 20 kg de cana-de-açúcar e 200 g de uréia entre as duas ordenhas diárias e tiveram acesso contínuo a água e minerais (1:1, NaCl:mistura mineral) *ad libitum*. Os animais tiveram acesso a pasto (*Brachiaria mutica*) à noite.

A cada mistura de concentrado foi feita uma amostragem e formada uma amostra composta para análise laboratorial. As duas partidas de casca de café utilizadas também foram amostradas e uma amostra composta também foi formada. Uma amostra de cana foi colhida no final do período de padronização e a cada semana do período de comparação, e foram armazenadas a -20°C . Estas foram pré-secadas em estufa ventilada a 55°C por 72 horas e moídas em moinho do tipo Willey, em peneira de 1 mm. As amostras semanais de cana, a amostra composta de cada concentrado e a amostra de casca de café foram analisadas quanto a matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo o A.O.A.C. (1990) e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) livre de cinzas, segundo Van Soest et al. (1991).

A produção de leite foi determinada em quatro ordenhas consecutivas nos dias 13 e 14 do período de padronização e a cada 7 dias, começando no dia 7, do período de comparação. O contato das vacas com seus respectivos bezerros ocorria durante e por 1 hora após a ordenha.

Uma amostra composta da produção diária de leite de cada semana foi formada proporcionalmente ao volume de cada ordenha, armazenada em frascos contendo cápsulas de dicromato de potássio e imediatamente enviadas ao Laboratório de Análise da Cooperativa Central de Laticínios do Estado de São Paulo (CCL-SP) para análise de gordura pelo método butirométrico de Gerber (BRASIL, 1981), proteína bruta pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990) e contagem de células somáticas por espectroscopia de infravermelho (Somacount[®]300, Bentley Instruments, Chaska, MN, EUA). A produção diária

de proteína e gordura foi calculada semanalmente e a de leite corrigido para 3,5% de gordura (Leite 3,5%G) foi calculada pela seguinte equação: $(0,432 \times \text{Produção de leite}) + (16,23 \times \% \text{ de gordura no leite})$. A contagem de células somáticas (CCS) para cada vaca em cada semana foi linearizada pela seguinte equação: $-3,6439 + 1,4427 (\text{Ln CCS}(*1000))$. A CCS linear acima de 4 foi utilizada como indicador de mastite.

A sobra de concentrado no cocho foi determinada em quatro ordenhas consecutivas no final de cada semana do período de comparação e foi obtida a média por semana. A sobra de cocho foi expressada como porcentagem do concentrado oferecido a cada animal. Estes dados não foram obtidos no final do período de padronização. O consumo de concentrado foi obtido subtraindo-se da quantidade oferecida a sobra de cocho. A eficiência alimentar foi calculada dividindo-se a produção de leite na semana pelo consumo de concentrado na mesma semana. A eficiência financeira foi calculada subtraindo-se da receita bruta o custo diário com concentrado. A receita bruta foi obtida pela multiplicação da produção de leite de cada animal em cada semana pelos preços de leite R\$ 0,40 (EF40); R\$ 0,35 (EF35); R\$ 0,30 (EF30) e R\$ 0,25 (EF25) por litro; a relação entre o real e o dólar durante o período experimental foi de 1,82. O custo do concentrado foi calculado a partir do preço médio de cada alimento de janeiro a dezembro de 2000, sendo que não foi atribuído valor algum à casca de café (Tabela 5).

A relutância dos animais em entrar no canzil durante a ordenha foi avaliada como indicador da aceitabilidade dos concentrados pelos animais. A relutância foi avaliada em quatro ordenhas consecutivas no final de cada semana do período de comparação. O critério utilizado para avaliação da relutância foi a necessidade de 2 ou 3 pessoas para introduzir o animal no canzil, o que não ocorria durante a rotina da fazenda e durante o final do período de padronização.

TABELA 3. Método de avaliação do temperamento das vacas durante a ordenha (DICKSON et al., 1970).

| | |
|---|---|
| 1 | Muito quieta, extremamente dócil, nunca tem problemas na ordenha e pré-ordenha. |
| 2 | Permanece quieta, mas move com frequência deslocando o peso de um lado para o outro, balança o rabo às vezes, pouca dificuldade na ordenha. |
| 3 | Aparenta pouca impaciência, movimenta muito, levanta o pé sem dar coice, balança o rabo com frequência. |
| 4 | Agitada, impaciente na ordenha ou pré-ordenha, ocasionalmente dá coice, pisa de um lado para o outro e treme ao ser tocada. |

Possíveis efeitos da cafeína sobre o temperamento das vacas foram avaliados por um sistema de escores de temperamento em escala de 1 a 4 (quieta a agitada) (Dickson et al., 1970) (Tabela 3). O temperamento foi avaliado no final do período de padronização e a cada 7 dias do período de comparação. A frequência de defecação no momento da ordenha também foi avaliada como indicador de temperamento. A defecação durante a ordenha foi avaliada em uma ordenha no final do período de padronização e a cada 7 dias do período de comparação.

A condição corporal (CC) foi avaliada em escala de 1 a 5 (magra a gorda) segundo Wildman et al. (1982), em fotos de cada vaca no sentido caudo-rostral, obtidas com uma câmera digital (HP Photo Smart C200) no final do período de padronização e nas semanas 4 e 8 do período de comparação (Figura 5 e 6). O perímetro torácico (PT) em metros foi utilizado como medida de peso vivo e foi determinado no final do período de padronização e nas semanas 4 e 8 da comparação. O peso vivo de cada vaca foi estimado a partir do PT, utilizando-se

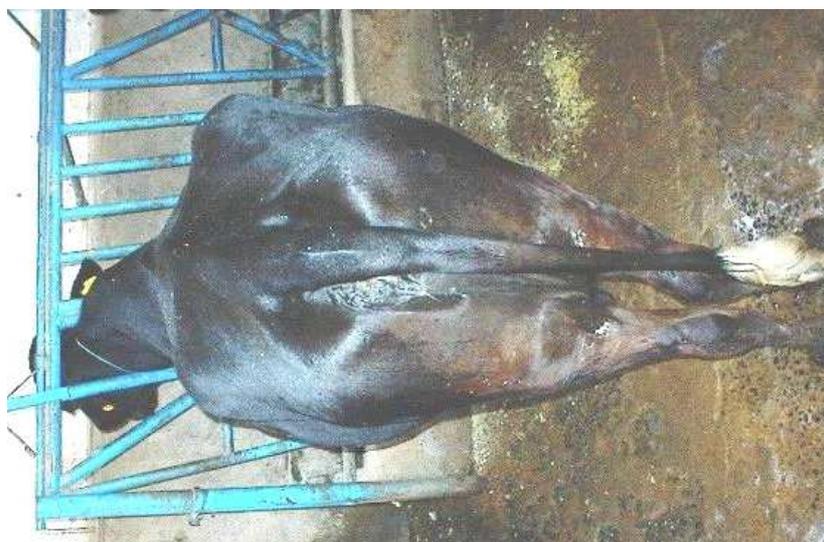
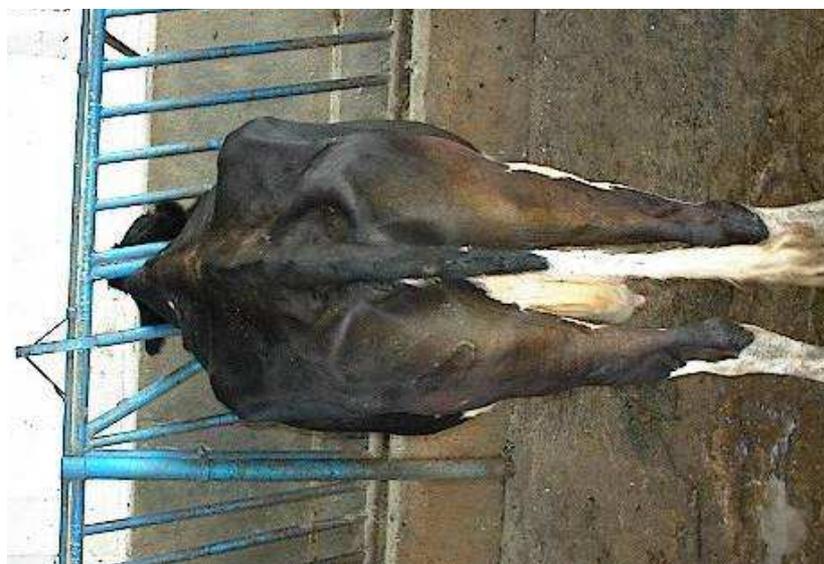


FIGURA 5. Fotos para avaliação do escore de condição corporal, a primeira avaliada com condição corporal 2 e a segunda com condição corporal 3.



Figura 6. Foto para avaliação do escore de condição corporal avaliada como 4,5.

a conversão de PT em peso vivo dada pela fita de pesagem utilizada (Cooperativa Castrolanda). O ganho diário de peso foi calculado por regressão linear dos pesos vivos estimados na última semana do período de padronização e nas semanas 4 e 8 do período de comparação.

3.1 Análises estatísticas

Os dados coletados semanalmente (produções de leite, gordura e proteína; leite 3,5%G; porcentagens de gordura e proteína; CCS linear; perímetro torácico; peso vivo; condição corporal; temperamento; consumo de concentrado; sobra de concentrado, eficiência alimentar e eficiência financeira) foram analisados como medidas repetidas pelo procedimento MIXED do SAS (Littel et

al., 1996). A estrutura de covariância utilizada foi aquela com o maior valor para o critério de informação de Akaike. As estruturas de covariância considerados foram: simetria composta, auto-regressiva de primeira ordem e não estruturada.

O seguinte modelo foi utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + CV + B_i + C_j + S_k + CS_{jk} + E_{ijk}$$

sendo:

μ = média geral

CV = covariável (medida da mesma variável na última semana do período de padronização)

B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 14)

C_j = efeito do concentrado ($j =$ Café, Milho, Polpa)

S_k = efeito de semana ($k = 1$ a 8)

CS_{jk} = interação entre concentrado e semana

E_{ijk} = erro residual

O quadrado médio do efeito de vaca dentro de tratamento foi utilizado como medida de erro para testar o efeito de concentrado. Para a variável ganho diário de peso foi utilizado um modelo contendo apenas os efeitos fixos de bloco e tratamento. Os graus de liberdade para concentrado foram partidos em dois contrastes ortogonais com 1 grau de liberdade: Café vs Milho e Café vs Polpa. A frequência de defecação durante a ordenha, a relutância em entrar no canzil e a incidência de mastite foram testados pelo teste de qui-quadrado pelo procedimento FREQ do SAS (1985).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substituição do milho por polpa cítrica ou casca de café foi feita com base no peso de matéria natural de cada ingrediente (Tabela 2). Como o teor de matéria seca e proteína nestes alimentos é similar não foram feitos ajustes no nitrogênio dietético, resultando em concentrados semelhantes em teor de PB (Tabela 4).

A degradabilidade ruminal da proteína e o perfil de aminoácidos dietéticos não foram corrigidos usando valores de tabela (NRC, 2001). No entanto, a participação da proteína oriunda da casca de café ficou ao redor de 9% da PB total do concentrado Café (Tabela 2 e 4), uma participação provavelmente muito baixa para induzir diferenças de natureza protéica no desempenho das vacas utilizadas neste trabalho, sabidamente de baixa demanda nutricional. Também não se tentou formular concentrados isoenergéticos. O objetivo foi avaliar a resposta animal às diferenças entre a casca de café e os controles Milho e Polpa cítrica, desde que deficiências nutricionais severas não são esperadas quando ocorre substituição dentre estes alimentos nas proporções dietéticas utilizadas neste trabalho.

A proporção da matéria seca de casca e de pergaminho na casca de café utilizada neste experimento foi 61,9:38,1. Uma síntese de seis trabalhos publicados (Barcelos et al., 1996b; Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b; Ribeiro Filho, 1998; Teixeira, 1999; Barcelos, 2000) indicam um teor médio de PB na casca de café de 10,0% da MS, variando de 8,5% a 11,4%; e um teor médio de FDN de 58,4%, variando de 34,5% a 77,2%. Parece que existe maior variação no conteúdo de fibra deste subproduto de que no conteúdo de nitrogênio, resultado de diferenças na relação entre casca e pergaminho nas amostras analisadas. O pergaminho contém maior conteúdo de FDN que a casca enquanto o conteúdo de nitrogênio é praticamente similar (Teixeira, 1999). A

TABELA 4. Composição em nutrientes, dos concentrado Milho, Polpa, Café, casca de café e cana de açúcar.

| | Casca de café | Cana | Concentrado | | |
|-----------|---------------|-------------|-------------|-------|------|
| | | | Milho | Polpa | Café |
| MS, % | 88,7 | 32,2 ± 2,50 | 89,8 | 88,6 | 91,0 |
| PB, % MS | 9,2 | 2,9 ± 0,27 | 24,6 | 27,4 | 25,1 |
| FDN, % MS | 56,5 | 57,3 ± 2,74 | 25,8 | 26,6 | 39,1 |
| FDA, % MS | 45,0 | 34,1 ± 1,85 | 17,3 | 18,1 | 28,0 |
| EE, % MS | 5,5 | 2,2 ± 0,67 | 9,6 | 9,8 | 11,2 |

casca de café utilizada neste experimento pode ser considerada uma amostra representativa deste alimento, apresentando composição nutricional próxima ao valor médio dos trabalhos citados (Tabela 4).

A cana-de-açúcar utilizada pode ser considerada de baixo valor nutricional julgando-se pela elevada concentração de FDN na MS (Tabela 4). A cana bem cultivada e manejada pode apresentar conteúdo fibroso similar à silagem de milho de boa qualidade em torno de 45 % da MS (Corrêa, 2001). Este fato, associado ao provável baixo valor nutritivo da braquiária pastejada no período seco do ano no sul do estado de Minas Gerais, provavelmente contribuiu para a baixa produção de leite dos animais neste experimento (Tabela 5). Estas condições de manejo, apesar de não desejáveis, são típicas de fazendas trabalhando com vacas mestiças Holandês-Zebu. As inferências deste trabalho se aplicam exclusivamente a vacas de baixo potencial produtivo consumindo forrageiras de baixo valor nutricional.

A substituição de milho por casca de café deprimiu a produção de leite e de sólidos nestas vacas de baixa produção, enquanto a polpa cítrica teve valor nutricional aparentemente similar ao milho (Tabela 5). A queda na produção de leite foi observada já na primeira semana de aplicação dos tratamentos e se manteve ao longo de todo o período experimental de oito semanas (Figura 7). Inclusões dietéticas de casca de café mais baixas que a utilizada neste experimento parecem ser necessárias para a utilização deste alimento em vacas leiteiras de baixa produção, sem que sejam observados efeitos negativos sobre o desempenho animal.

A porcentagem de gordura no leite não aumentou quando o teor de FDN dietético foi aumentado por substituição de milho por casca de café (Tabela 5). Resposta positiva em porcentagem de gordura no leite ao aumento no FDN dietético oriundo de concentrados é esperada quando a concentração de fibra na dieta basal é originalmente baixa (Armentano & Pereira, 1997). A alta porcentagem de FDN na dieta consumida e o baixo potencial produtivo dos animais podem ter contribuído para a não resposta em teor de gordura à substituição de amido por FDN oriundo de concentrados.

Houve queda no PT e no peso vivo no tratamento Café, um indicador de menor ganho de peso neste tratamento, já que os valores foram ajustados pela medida da mesma variável no final do período de padronização (Tabela 5). O ganho diário de peso, calculado por regressão linear das três pesagens realizadas em cada vaca ao longo do experimento e assumindo que a fita de perímetro torácico seria um estimador razoável do peso vivo nestes animais com alguma genética zebuína, foi negativo. Este comportamento parece mostrar que o aporte nutricional não foi o desejável em todos os tratamentos. Este padrão de variação no peso corporal parece ser representativo da condição de produção de leite com gado mestiço com acesso significativo a pastagens durante o período seco do

TABELA 5. Desempenho das vacas mestiças Holandês x Zebu recebendo os concentrados Milho ou Polpa ou Café.

| | Milho | Polpa | Café | EPM ³ | Conc ⁴ | Sem ⁴ | Conc * Sem ⁴ | Café vs Polpa ⁴ | Café vs Milho ⁴ |
|-------------------------|-------|-------|------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Leite (kg/d) | 7,3 | 7,7 | 6,3 | 0,3 | 0,02 | <0,01 | 0,05 | <0,01 | 0,04 |
| Leite 3,5%G (kg/d) | 7,5 | 7,9 | 6,2 | 0,3 | <0,01 | 0,11 | 0,04 | <0,01 | 0,01 |
| Gordura (%) | 3,83 | 3,75 | 3,68 | 0,09 | 0,46 | <0,001 | 0,18 | 0,58 | 0,22 |
| Gordura (kg/d) | 0,27 | 0,28 | 0,21 | 0,01 | <0,01 | 0,01 | 0,07 | <0,01 | 0,01 |
| Proteína (%) | 3,47 | 3,46 | 3,52 | 0,06 | 0,72 | <0,001 | 0,74 | 0,46 | 0,52 |
| Proteína (kg/d) | 0,25 | 0,26 | 0,21 | 0,01 | 0,02 | 0,26 | 0,63 | <0,01 | 0,03 |
| CC (1 a 5) ¹ | 2,8 | 2,81 | 2,83 | 0,09 | 0,96 | 0,99 | 0,99 | 0,87 | 0,79 |
| PT (m) ² | 1,85 | 1,86 | 1,83 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,90 | <0,01 | 0,19 |
| Peso Vivo (kg) | 491 | 504 | 478 | 5,8 | 0,02 | 0,08 | 0,87 | <0,01 | 0,12 |
| Ganho diário (g) | -385 | -147 | -567 | 101 | 0,03 | | | <0,01 | 0,21 |
| CCS linear | 4,03 | 4,40 | 4,45 | 0,26 | 0,46 | 0,03 | 0,45 | 0,89 | 0,25 |

¹ CC = Condição corporal

² PT = Perímetro torácico

³ EPM = Erro padrão da média

⁴ *P* para os efeitos: Conc = Concentrado. Sem = Semana. Conc * Sem = Interação entre Conc e Sem. Polpa vs Milho = Contraste Polpa vs Milho. Café vs Milho = Contraste Café vs Milho.

TABELA 6. Temperamento, consumo de concentrado e eficiências alimentar e financeira das vacas mestiças Holandês x zebu recebendo os concentrados Milho ou Polpa ou Café.

| | Milho | Polpa | Café | EPM ³ | Conc ⁴ | Sem ⁴ | Conc * Sem ⁴ | Café vs Polpa ⁴ | Café vs Milho ⁴ |
|---------------------------------------|-------|-------|------|------------------|-------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Temperamento (1-4) | 2,08 | 2,14 | 2,07 | 0,04 | 0,47 | 0,39 | 0,40 | 0,25 | 0,84 |
| Consumo de concentrado (kg/d) | 3,4 | 2,8 | 2,3 | 0,15 | <0,001 | 0,01 | <0,01 | 0,02 | <0,001 |
| Sobra de concentrado (%) ¹ | 3,2 | 11,8 | 30,3 | 3,12 | <0,001 | 0,03 | 0,02 | <0,001 | <0,001 |
| Eficiência alimentar ² | 2,22 | 2,47 | 2,87 | 0,19 | 0,06 | <0,01 | <0,01 | 0,15 | 0,02 |
| EF 40 ⁵ | 2,02 | 2,32 | 1,78 | 0,14 | 0,05 | <0,001 | 0,09 | 0,02 | 0,25 |
| EF 35 ⁵ | 1,67 | 1,94 | 1,48 | 0,13 | 0,05 | <0,001 | 0,09 | 0,02 | 0,28 |
| EF 30 ⁵ | 1,31 | 1,55 | 1,17 | 0,11 | 0,06 | <0,001 | 0,09 | 0,02 | 0,37 |
| EF 25 ⁵ | 0,95 | 1,16 | 0,86 | 0,09 | 0,08 | <0,001 | 0,09 | 0,03 | 0,49 |

¹ Sobra de concentrado = (Sobra de concentrado / Concentrado oferecido na ordenha) * 100

² Eficiência alimentar = Produção de leite / Consumo de concentrado

³ EPM = Erro padrão da média

⁴ P para os efeitos: Conc = Concentrado. Sem = Semana. Conc * Sem = Interação entre Conc e Sem. Polpa vs Milho = Contraste Polpa vs Milho. Café vs Milho = Contraste Café vs Milho.

⁵ EF 40 = Eficiência financeira com leite a R\$ 0,40/litro = Receita bruta diária - Custo diário com concentrado. Idem para EF 35, EF 30 e EF 25

ano na região Sudeste do Brasil. O concentrado Café resultou na maior perda diária no peso corporal dos animais. No entanto, a queda no ganho de peso parece não ter sido suficiente para se refletir em mudança detectável na CC. Queda de cerca de 15% na produção de leite no tratamento Café, comparativamente aos tratamentos controle Milho e Polpa, não foi acompanhada por queda simultânea na CC (Tabela 5). Uma possível explicação para a ausência de resposta em CC com perda de PT seria a maior prioridade metabólica do ganho de peso, proporcionalmente à produção de leite,

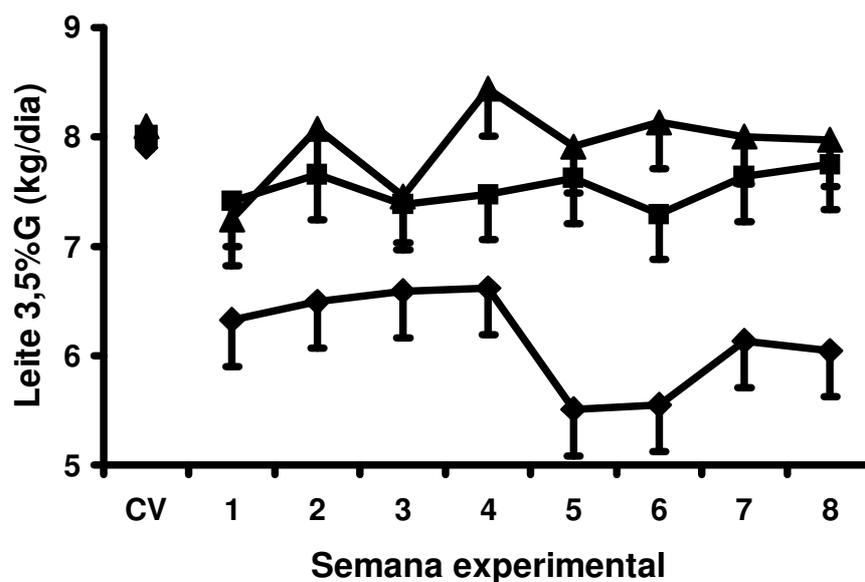


FIGURA 7. Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura nas vacas recebendo os concentrados Milho (■), Polpa (▲) e Café (◆). CV = Leite 3,5%G no final do período de padronização. $P=0,04$ para a interação entre concentrado e semana experimental.

nestes animais zebuínos em meio e final da lactação. Isto pode explicar a queda observada na excreção de energia no leite, medida pela produção diária de gordura, sem a queda simultânea na CC. Baseado nestes dados não foi evidenciado qualquer efeito da cafeína da casca de café sobre o metabolismo de lípidos no tecido adiposo dos animais (Hawkins & Davis, 1969).

O concentrado Café foi o menos consumido. Como a eficiência alimentar foi feita pela divisão da produção de leite pelo consumo de concentrado, o concentrado Café teve a maior eficiência alimentar (Tabela 6). A sobra de cocho no momento da ordenha foi consistentemente mais alta neste tratamento (Figura 8) e a frequência de vacas relutando em entrar no canzil também foi a maior (Tabela 7). Para o concentrado Polpa também foi observado sobra de cocho maior que a do Milho (Tabela 6), provavelmente ligado a peletização do ingrediente polpa cítrica, o que pode ter dificultado a sua apreensão completa pelos animais no tempo disponível de ordenha.

Os mecanismos pelos quais ocorreram sobras de cocho nos concentrados Polpa e Café foram aparentemente não similares, já que a frequência de relutância à entrada no canzil não foi alta no concentrado Polpa (Tabela 7). Existem relatos de queda acentuada no consumo de matéria seca quando polpa de café substituiu a casca de algodão em inclusões dietéticas superiores a 20% da matéria natural de concentrados fornecidos *ad libitum* para bezerros e garrotes (Vargas et al., 1977; Vargas et al., 1982).

A incorporação da casca de café em dietas para ruminantes pode ser mais eficientemente feita em fazendas que utilizam a dieta completa com sistema de alimentação do rebanho, já que, nestes casos, características de cada alimento potencialmente depressoras do consumo seriam diluídas por bocada, após mistura aos outros ingredientes dietéticos (Coppock, 1977). A inclusão da casca de café ao concentrado para fornecimento aos animais no momento da

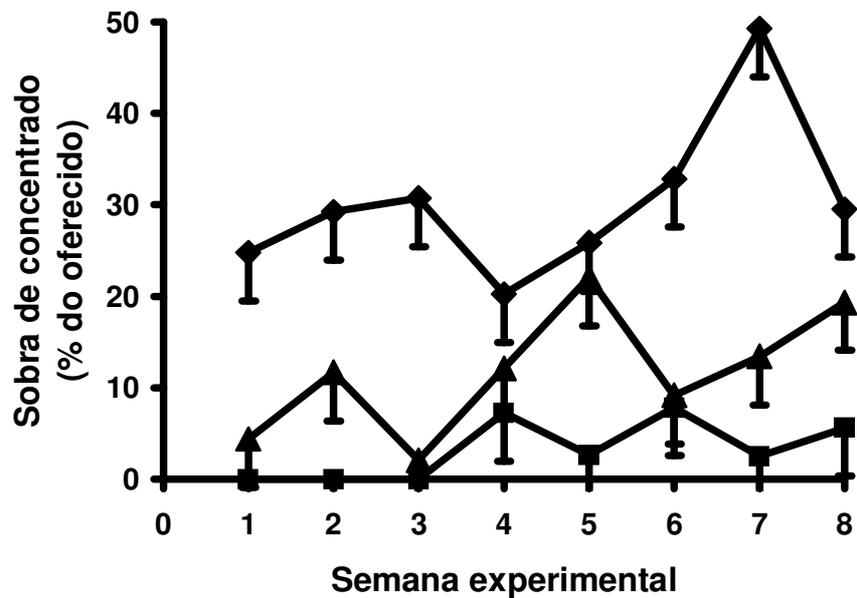


FIGURA 8. Sobra de concentrado no cocho da sala de ordenha nas vacas recebendo os concentrados Milho (■), Polpa (▲) e Café (◆). $P=0,02$ para a interação entre concentrado e semana experimental.

ordenha e não misturado à forragem parece exigir inclusões abaixo de 25% do concentrado. Assumindo constância na composição em ingredientes no concentrado oferecido e na sobra de cocho, o consumo diário de casca de café foi de apenas 575 gramas por animal (Tabelas 2 e 6).

Assumindo que o teor médio de tanino na de casca de café está em torno de 2,18% (Vargas et al., 1977; Vargas et al., 1982; Barcelos et al., 1996b; Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b; Barcelos, 2000), calcula-se que o consumo diário de tanino neste experimento foi ao redor de 12,5 g. Este valor está abaixo do consumo diário proposto como prejudicial à digestão de

carboidratos no rúmen, algo em torno de 440 g em vacas com consumo diário de matéria seca ao redor de 11 kg (Broderick, 1991). O papel do tanino como fator indutor do baixo consumo observado no tratamento Café não pôde ser comprovado neste trabalho e provavelmente requer experimentos utilizando metodologias capazes de avaliar o efeito destes compostos isoladamente das outras características do alimento casca de café.

A cafeína, por estimular todo o metabolismo, tem potencial para atuar sobre o comportamento animal e pode causar alterações comportamentais (Nehlig et al., 1992), particularmente indesejáveis por dificultar as práticas de ordenha. Não foi detectado efeito da casca de café sobre o temperamento dos animais avaliado pelo sistema de escore (Tabela 6). Também não se observou efeito do concentrado sobre a frequência de defecação no momento da ordenha (Tabela 7).

Maior estresse também poderia causar queda no sistema imunológico e aumento de incidência de mastite. Não foi detectado efeito de tratamento sobre a

TABELA 7. Frequência de animais com CCS linear acima de 4, de defecação no momento da ordenha e de relutância em entrar no canzil para os concentrados Milho, Polpa e Café.

| | Milho | Polpa | Café | Qui-quadrado <i>P</i> |
|-----------------------|-------|-------|------|--------------------------|
| Número de observações | 14 | 14 | 14 | |
| Semanas | 8 | 8 | 8 | |
| CCS linear >4 | 64,3 | 53,6 | 59,8 | 0,26 |
| Defecação na ordenha | 17,0 | 11,6 | 16,1 | 0,47 |
| Relutância no canzil | 0,9 | 0,9 | 9,8 | <0,01 |

freqüência de mastite subclínica (TABELA 7) e sobre a CCS linear (TABELA 6). O teor médio de cafeína na casca ou polpa de café é ao redor de 0,84% da MS (Bressani et al., 1972; Vargas et al., 1977; Vargas et al., 1982; Barcelos et al., 1996b; Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b; Ribeiro Filho, 1998; Barcelos, 2000). Assumindo que este valor seria representativo da casca de café utilizada neste experimento estima-se que o consumo diário de cafeína ficou ao redor de 4,6 g. Degraives et al. (1995) relatam que a administração endovenosa de 8 mg de cafeína por kg de peso corporal não foi suficiente para induzir qualquer alteração comportamental em vacas leiteiras. A dose ingerida de cafeína neste trabalho, ao redor de 9,4 mg/kg de peso vivo, foi aparentemente incapaz de induzir distúrbios comportamentais nos animais. Não existem dados sobre o temperamento de animais com maior genética taurina, mais dóceis que as mestiças Holandês – Zebu utilizadas neste trabalho (Madalena et al., 1989).

A preços vigentes no ano 2000 (Tabela 8), período de condução do experimento, a inclusão de 25% de polpa de citros ou casca de café em substituição ao milho reduziu o custo por kg de concentrado em 8% e 19%, respectivamente (Tabela 2). Nos preços vigentes do milho e da polpa cítrica no segundo semestre do ano 2002 (Nogueira et al., 2002), a substituição deste grão por FFNF seria ainda mais vantajosa. Nesta simulação, a casca de café foi assumida como tendo custo zero. Esta situação seria verdadeira quando a produção deste alimento ocorre no local de fornecimento aos animais e o uso se faz *in natura*, eliminando custos de transporte e de processamento. Simulações neste estudo consideram a produção e a utilização para alimentação animal da casca de café na mesma fazenda, caracterizando, portanto, a análise de uma situação específica, mas típica do sul do estado de Minas Gerais.

Mesmo assumindo custo zero para o ingrediente casca de café, o concentrado de maior eficiência financeira foi o Polpa (Tabela 6). No cálculo

TABELA 8. Preço médio, desvio padrão, mínimo e máximo dos ingredientes concentrados de janeiro a dezembro de 2000 (R\$/kg).

| | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|--------------------|-------|---------------|--------|--------|
| Milho | 0,19 | 0,04 | 0,15 | 0,25 |
| Polpa de citros | 0,11 | 0,02 | 0,08 | 0,14 |
| Farelo de soja | 0,41 | 0,05 | 0,34 | 0,48 |
| Caroço de algodão | 0,20 | 0,01 | 0,18 | 0,21 |
| Uréia | 0,58 | 0,08 | 0,49 | 0,75 |
| Calcário calcítico | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,04 |
| Mistura Mineral | 0,72 | 0,02 | 0,071 | 0,74 |

da eficiência financeira foi assumida igualdade no consumo de forragens entre tratamentos, já que não houve individualização dos animais no cocho de forragens durante a condução do experimento. Apesar de existir a possibilidade da natureza do concentrado afetar o consumo de forragens (Nussio et al., 2000) seu impacto sobre a eficiência financeira deve ser mínimo neste experimento, já que os animais consumiam pastagens não fertilizadas e de baixo custo por kg de matéria seca e 20 kg de cana-de-açúcar fornecida em quantidade restrita. No cálculo da eficiência financeira também não foi atribuído ao litro de leite independência de sua composição em sólidos. Fato comum no mercado brasileiro de leite. Caso fossem atribuídos valores aos sólidos produzidos o concentrado Polpa seria ainda mais eficiente e o concentrado Café perderia em renda bruta diária proporcionalmente ao Milho (Tabela 6). No entanto, o maior consumo diário (Tabela 6) e o custo por kg (Tabela 8) do concentrado Milho removem a vantagem da maior renda bruta diária deste concentrado proporcionalmente ao Café. A maior eficiência alimentar (Tabela 6) e o menor custo por kg de concentrado (Tabela 8) não compensaram a queda na produção

de leite induzida pelo concentrado Café (Tabela 5). A utilização de polpa cítrica ao custo de 58 % do custo do milho foi a mais vantajosa financeiramente.

5 CONCLUSÃO

A substituição de 25% do milho do concentrado por casca de café deprimiu em cerca de 20% a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura de vacas Holandês-Zebu com produção diária de 7,7 kg e resultou em maior perda de peso ao longo da lactação.

A substituição de milho pela mesma quantidade de polpa cítrica não exerceu efeito sobre a produção e melhorou a eficiência financeira.

Este nível de inclusão de casca de café resultou em queda aguda no consumo de concentrado durante a ordenha, resultando em sobra de cocho, como porcentagem do que foi oferecido ao redor de 30%. A definição do limite máximo de consumo diário ou de teor dietético para utilização da casca de café sem danos ao desempenho animal e em vacas variando em peso corporal e nível de produção de leite requer estudos futuros. No entanto, os dados aqui obtidos mostram que o potencial de utilização deste alimento em dietas para vacas em lactação é baixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABATE, A. Changes in nutrient intake and performance by goats fed coffee pulp-based diets followed by commercial concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1/2, p. 1-10, MAY 1985.

AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R. Citrus and vegetable products for ruminant animals. In: SYMPOSIUM ON ALTERNATIVE FEEDS FOR DAIRY AND BEEF CATTLE, 1., 1991, St. Louis. **Proceedings...** St Louis, 1991. p. 103-110.

ANDRADE, G. A. **Substituição do milho moído por polpa cítrica no desempenho de vacas em lactação**. 2002. 144 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, champaign, v. 80, n. 7, p. 1416-1425, July 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official Methods of the Association for Official Analytical Chemist**. 15. ed. Washington, 1990. v. 1, 648 p.

ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Polpa de citros em dietas de vacas em lactação. I. Produção e composição de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1CD-ROM.

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

BARCELOS, A. F.; ANDRADE, I. F. de ; TIESENHAUSEN, I. M. E. V.; 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: 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. de ; TIESENHAUSEN, I. M. E. V.; 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: Resultados do segundo ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1215-1221, nov./dez. 1997b.

BARCELOS, A. F.; ANDRADE, I. F. de; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. et al. 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. de; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. et al. 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. 128-129.

BARRY, T. N.; DUNCAN, S. J. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 1. Voluntary intake. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 51, n. 3, p. 485-491, May 1984.

BARRY, T. N.; MANLEY, T. R. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion or carbohydrates and proteins . **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 51, n. 3, p. 493-504, May 1984.

BARRY, T. N.; MANLEY, T. R. Interrelationships between the concentrations of total condensed tannin, free condensed tannin and lignin in *Lotus* sp. and their possible consequences in ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 37, n. 3, p. 248-254, Mar. 1986.

BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 81, n. 4, p. 263-272, Apr. 1999.

BARTHOLO, G. F.; MAGALHAES FILHO, A. A. R.; GUIMARAES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. Cuidados na colheita, no preparo e armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 162, n. 14, p. 33-44, 1989.

BEAVO, J. A.; ROGERS, N. L.; CROFFORD, O. B.; HARDMAN, J. G.; SUTHERLA, E. W.; NEWMAN, E. V. Effects of xanthine derivatives on lipolysis and on adenosine 3', 5'- monophosphate phosphodiesterase activity. **Molecular Pharmacology**, Bethesda, v. 6, n. 6, p. 597-603, Nov. 1970.

BEM-GUEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST, Y. The effects of starch-and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion on sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 289-298, July 1989.

BRAHAM, J. E.; JARQUIN, R.; GONZALEZ, J. M. et al. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. **Revista Cafetalera**, Ciudad de Guatemala, p. 25-34, abr. 1977.

BRASIL. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referencia Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II. Métodos físicos e químicos**. Brasília, 1981.

BRESANI, R.; ESTRADA, E.; JARQUIN, R. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. **Turrialba**, San Jose, v. 22, n. 3, p. 229-304, jul./set. 1972.

BRODERICK, G. A.; WALLACE, R. J.; ORSKOV, R. J. Control of rate and extent of protein degradation. V. Methods for protecting dietary protein. C. Tannins and other inhibitory compounds. In: TSUDA, T. et al. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. San Diego: Academic Press, 1991. cap. 23, p. 565-569.

BRUNE, M.; ROSSANDER, L.; HALLBERG, L. Iron absorption and phenolic compounds: Importance of different phenolic structures. **European Journal of Clinical Nutrition**, Göteborg, v. 43, n. 8, p. 547-558, Aug. 1989.

CABEZAS, M. T.; GONZALES, M. J.; BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. **Turrialba**, San Jose, v. 24, n. 1, ene./mar. 1974.

CAMARGO, M. C. R. **Avaliação da ingestão potencial de cafeína pela população de Campinas**. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

CARVALHO, J. S. T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In. : SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora da UFSC; Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS, 2000. cap. 20, p. 433-449.

COPPOCK, C. E. Feeding methods and groupin systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 8, p. 1327-1336, Aug. 1977.

CORRÊA, S. D. S. **Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o dfeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas**. 2001. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DEGRAVES, F. J.; RUFFIN, D. C.; DURAN, S. H.; SPANO, J. S.; WHATLEY, E. M.; SCHUMACHER, J.; RIDDELL, M. G. Pharmacokinetics of caffeine in lactating dairy cows. **American Journal of Veterinary Resource**, Auburn, v. 56, n. 5, p. 619-622, 1995.

DICKSON, D. P.; BARR, G. R.; JOHNSON, L. P.; WIECKERT, D. A. Social dominance and temperament of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 7, p. 904-907, July 1970.

EMPRESAS ASSOCIADAS; SECEX. **Subprodutos da laranja**. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br/subprobr.html>>. Acesso em: 19 ago. 2002.

GOITTIEB, O. R.; BORIN, M. R. M. B. Quimiosistemática como ferramenta na busca de substâncias ativas. In. : SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora da UFSC; Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS, 2000. cap. 5, p. 75-93.

GRAHAM, D. M. Caffeine – its identity, dietary sources, intake and biological effects. **Nutrition Reviews**, v. 36, n. 4, p. 97-102, Apr. 1978. In: CAMARGO, M. C. R. **Avaliação da ingestão potencial de cafeína pela população de Campinas**, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

HAWKINS, G. E.; DAVIS, W. E. Changes in plasma free fatty acids and triglycerides in dairy cattle after dosing with coffee or caffeine. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 1, p. 52-55, Jan.1969.

JARQUIN, R.; GONZALEZ, M.J.; BRAHAM, J.E. et al. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. **Turrialba**, [s.l.], v.23, n.1, p.41-47, ene-mar, 1973.

LITTELL, R. C.; MILLKEN, G. A.; STROUP, W. W. et al. **SAS[®] system for mixed models**. Cary, NC: SAS Institute, 1996. 633 p.

MADALENA, F. E.; TEODORO, R. L.; NOGUEIRA, J. D.; ; MOREIRA, D. P. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera crossed groups in Brazil. 4. Rate of milk flow easy of milking and temperament. **Brazil Journal Genetics**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 1, p. 39-51, Mar. 1989.

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

MENEZES JUNIOR, M. P.; SANTOS, F. A. P.; GUIDI, M. T. et al. Efeito do processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica peletizada sobre a digestibilidade de nutrientes de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais....** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 209-217, mar./abr. 2000.

NEHLIG, A.; DAVAL, J. L.; DEBRY, G. Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects. **Brain Research Reviews**, Nancy, v. 17, n. 2, p. 139-170, May/Aug. 1992.

NEHLIG, A.; DEBRY, G. Effets du café et de la caféine sur la fertilité, la reproduction, la lactation et le développement – Revue des dones humaines et animales. **Journal Gynecologie Obstetricien Biologie Reproduction**, Paris, v. 23, p. 241-256, 1994.

NOGUEIRA, M. P.; ROSA, F. T.; BEDUSCHI, G. et al. Concentrado. **Nata do Leite**, Bebedouro, v. 5, n. 57, p. 7, dez. 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 7. ed. Washington – DC: National Academy of Science. 2001. 381p.

NUSSIO, C. B. M.; SANTOS, F. A. P.; PIRES, A. V. de B. M. et al. Efeito do processamento do milho e sua substituição por polpa de citros peletizada sobre consumo de matéria seca, produção e composição de leite de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

RAMIREZ, J. Compuestos fenólicos en la pulpa de café. Cromatografía de papel de pulpa fresca de 12 cultivares de *Coffea arabica* L. **Turrialba**, San Jose, v. 37, n. 4, p. 317-323, out./dic. 1987.

RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M. **Farmacología**: estimulantes do sistema nervoso central e drogas psicomiméticas. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. cap. 32, p. 505-513.

RATES, S. M. K. Metilxantinas. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Florianópolis: Editora da UFSC; Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS, 2000. cap. 33, p. 723-737.

RIBEIRO FILHO, E. **Degradabilidade in situ da mateira seca, proteína bruta, e fibra em detergente neutro da casca de café (*Coffea arábica*, L.) e desempenho de novilhos em fase de recria**. 1998. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

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 Jose, v. 27, n. 1, p. 23-28, ene./mar. 1977.

SANTOS, S. C.; MELLO, J. C. P. Taninos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Florianópolis: Editora da UFSC; Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS, 2000. cap. 24, p. 517-544.

SAS INSTITUTE. **User's guide**: statistics. 5. ed. Cary, NC, 1985.

SILVA, J. S. Colheita, secagem e armazenagem do café. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa. **Livro de palestras...** Viçosa: Laércio Zambolim, 1999. p. 39-62.

SILVA, P. **Farmacologia**: concentração plasmática das drogas. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998, cap. 8, p. 38-42.

SPA. **Estatísticas Agrícolas-Lavouras permanentes- Café**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/spa/pagespa/index.shtml>>. Acesso em 19 ago. 2002a.

SPA. **Produção Brasileira de Leite-Unidade de Federação**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/spa/pagespa/ch03/3_2.xls>. Acesso em: 31 dez. 2002b.

SCOTINI, E.; CARPENEDO, F.; FASCINA, G. New derivatives of methyl-xanthines: Effect of thiocaffeine thiotheophylline and 8-phenyltheophylline on lipólisis and on phosphodiesterase activities. **Pharmacological Research Communications**, Padova, v. 15, n. 2, p. 131-143, 1983.

TEIXEIRA, M. N. M. **Determinação da degradabilidade in situ das diferentes frações da casca do grão de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.)** 1999. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VELEZ, A. J.; GARCIA, A.; ROZO, M. P. Interaccion in vitro entre los polifenoles de la pulpa de café y algunas proteínas. **Archivos Latinoamericas de Nutricion**, Bogotá, v. 35, n. 2, jun. 1985.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. A methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

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 Jose, v. 1, n. 1, p. 51-56, ene./mar. 1977.

VARGAS, E.; CABEZAS, M. T.; MURILLO, B. Efecto de altos niveles de pulpa de café deshidratada sobre el crecimiento y adaptación de novillos jóvenes. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 34, n. 4, p. 973-989, dic. 1982.

WANG, Y.; DOUGLAS, G. B.; WAGHORN, G. C.; BARRY, T. N.;
FOOTE, A. G. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon
lactation performance ewes. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge,
v. 126, p. 353-362, 1996.

WILDMAN, E. E. ; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; BOMAN, R. L.;
TROUTT JR, H. F.; LESCH, T. N. A dairy cow body condition scoring
system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of
Dairy Science**, Champaign, v. 65, p. 495, 1982.