

JOSUÉ MENDES NETO

**SUBSTITUIÇÃO DO FENO DE CAPIM-TIFTON 85 POR POLPA CÍTRICA
EM DIETAS PARA NOVILHAS LEITEIRAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

JOSUÉ MENDES NETO

**SUBSTITUIÇÃO DO FENO DE CAPIM-TIFTON 85 POR POLPA CÍTRICA
EM DIETAS PARA NOVILHAS LEITEIRAS**

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

APROVADA: 28 de março de 2001.

Prof. Sebastião de C. Valadares Filho
(Conselheiro)

Prof. Rogério de Paula Lana
(Conselheiro)

Prof. Augusto César de Queiroz

Prof. Ricardo Frederico Euclides

Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)

*Aos meus pais, Josué Mendes e Anésia Maria,
Aos meus irmãos, Max, Vanessa e Tâmara,
pelo carinho, pela amizade e pela dignidade.*

*“Muitos teriam alcançado a sabedoria se
não acreditassem que já eram gênios.”*

Juan Luis Vives

(Filósofo espanhol)
(1492-1540)

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pelo exemplo de caráter, pela amizade sincera, pelo direcionamento em minha formação profissional, pelas críticas e pela orientação.

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, Rogério de Paula Lana, Augusto César de Queiroz e Ricardo Frederico Euclides, pelo aconselhamento, pela colaboração, pela amizade e pelas sugestões.

Ao professor José Neuman Miranda Neiva, pela amizade, pelos conselhos e pela contribuição para minha formação acadêmica.

Ao amigo Rafael Monteiro Araújo Teixeira, pela ajuda, pelo convívio e pela inestimável amizade.

Aos companheiros de Mestrado, Renata Helena Branco, Anderson Jorge e André Magalhães, pela ajuda, pelas sugestões e pelo companheirismo.

Aos estagiários Juliana, Karina Dosualdo, Camila, Leidimara e Rodrigo Sinaidi, pela colaboração nas fases de realização dos experimentos e pelas análises químico-bromatológicas.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, da Biblioteca Setorial, da Secretaria da Coordenação do Curso de Pós-Graduação e do Almoxarifado do Departamento de Zootecnia, pela atenção e pela colaboração.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL), pela amizade, pelo apoio e pela excelente convivência.

Aos funcionários da Fábrica de Ração, pela presteza e pela confecção das rações.

Aos demais colegas do Curso, professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, pelo apoio e pela agradável convivência.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

JOSUÉ MENDES NETO, filho de Josué Mendes Filho e Anésia Maria Beltrão Mendes, nasceu em Fortaleza, Ceará, em 5 de maio de 1975.

Em março de 1994, ingressou na Universidade Federal do Ceará, no curso de Engenharia Agrônômica, colando grau em outubro de 1998.

Em março de 1999, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, desenvolvendo estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 28 de março de 2001.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Características nutricionais da polpa cítrica.....	3
2.2. Consumo e desempenho dos animais	8
2.3. Parâmetros ruminais	9
2.4. Comportamento ingestivo.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Consumo de nutrientes	22
4.2. Digestibilidade aparente dos nutrientes e absorção aparente total de cálcio e fósforo.....	25
4.3. Desempenho, conversão alimentar e desenvolvimento ponderal.....	29
4.4. Parâmetros ruminais	31
4.5. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras	34
4.6. Economicidade da alimentação.....	39

	Página
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE	51

RESUMO

MENDES NETO, Josué, M.S. Universidade Federal de Viçosa, março de 2001. **Substituição do feno de capim-Tifton 85 por polpa cítrica em dietas para novilhas leiteiras.** Orientador: José Maurício de Souza Campos. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rogério de Paula Lana.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da substituição do feno de capim-Tifton 85 por polpa cítrica sobre o consumo voluntário, desempenho, o desenvolvimento ponderal, a digestibilidade dos nutrientes, a absorção aparente total de cálcio e fósforo, os parâmetros ruminais, o comportamento ingestivo e a economicidade, em dietas para novilhas leiteiras. Vinte e oito novilhas, com idade média de 12 meses e peso médio inicial de 184 kg, foram mantidas em baias individuais, com acesso irrestrito ao alimento e à água durante 84 dias experimentais. As dietas experimentais foram constituídas de quatro níveis de substituição (0, 16,6, 33,3 e 50%) de feno por polpa cítrica. Foram preparadas quatro misturas concentradas, objetivando que as dietas experimentais tivessem o mesmo teor de proteína e de compostos nitrogenados não-protéicos. As novilhas foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com sete repetições. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CHO) e nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram linearmente à medida que o feno foi substituído. O consumo de

fibra em detergente neutro (FDN) decresceu com a substituição do feno pela polpa cítrica. O consumo de extrato etéreo variou quadraticamente com aumento dessa substituição, apresentando um mínimo quando 2,27% do feno foi substituído pela polpa cítrica. Os consumos de cálcio e fósforo aumentaram com o aumento nos níveis de substituição do feno. Esta substituição provocou redução linear na ingestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), proteína bruta (CDAPB) e fibra em detergente neutro (CDAFDN), porém não influenciou os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo (CDAEE) e dos carboidratos totais (CDCHO). A absorção aparente total de cálcio decresceu linearmente e a de fósforo variou quadraticamente com o aumento da substituição do feno pela polpa cítrica, tendo a absorção aparente total de fósforo sido máxima quando 21,84% do feno foi substituído pela polpa. A relação cálcio:fósforo variou quadraticamente com a substituição do feno pela polpa cítrica, tendo a relação mínima sido observada quando o nível dessa substituição foi de 10,57%. O ganho de peso aumentou linearmente com a substituição do feno pela polpa cítrica. No entanto, o crescimento em cm/dia de altura de cernelha foi menor e o de altura de garupa não foi influenciado pelos níveis dessa substituição. Observou-se aumento linear no perímetro torácico à medida que a polpa cítrica substituiu o feno. O pH e a concentração de amônia ruminal decresceram linearmente com aumento da substituição do feno pela polpa cítrica e variaram quadraticamente com o tempo de coleta. O valor mínimo de pH e a máxima concentração de amônia ocorreram após 5,3 e 2,1 horas decorridas a alimentação. Foi observado efeito dos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica sobre o tempo despendido em alimentação, ruminação e mastigação total. No entanto, o número de mastigações meréricas não foi influenciado por essa substituição. As novilhas apresentaram maior eficiência de alimentação e ruminação em g MS/h à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica. Já a eficiência de alimentação e ruminação em g FDN/h não foi influenciada pelos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica. Houve aumento linear na receita bruta e margem bruta e redução linear no custo por kg de ganho de peso das novilhas alimentadas com dietas que continham maiores níveis de substituição do feno pela polpa cítrica.

ABSTRACT

MENDES NETO, Josué, M.S. Universidade Federal de Viçosa, March 2001.
Tifton-hay replacement by citrus pulp in diets for dairy heifers
Adviser: José Maurício de Souza Campos. Committee members:
Sebastião de Campos Valadares Filho and Rogério de Paula Lana.

This work was conducted to evaluate the effects of Tifton hay replacement by citrus pulp in diets for dairy heifers on voluntary intake, performance, nutrients digestibility, total apparent absorption of calcium and phosphorus, ruminal parameters, ingestive behavior and economicity. It was used twenty eight heifers, at approximate age of 12 months and average initial weight of 184 Kg, kept in individual stall, with feed and water available, for eighty four experimental days. The experimental diets consisted on four levels of Tifton hay replacement (0, 16.6, 33.3 and 50 %) by citrus pulp. It was prepared four concentrates with the objective that the experimental diets had the same levels of crude protein and non protein nitrogen. The experimental design was in randomized blocks with four treatments and seven blocks. The intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), total carbohydrates (TCH) and total digestible nutrients (TDN) increased linearly with hay replacement by citrus pulp. The intake of neutral detergent fiber (NDF) decreased with hay replacement of hay by citrus pulp. The ether extract intake (EE) had a quadratic behavior with hay replacement

by citrus pulp, with the minimum value at 2.27 % of hay substituted by citrus pulp. The intake of calcium and phosphorus increased with hay replacement by citrus pulp. The apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) decreased linearly and the apparent digestibility of (EE) and total carbohydrates (TCH) was not affected by hay replacement by citrus pulp. The total apparent absorption of calcium decreased linearly, while total apparent absorption of phosphorus had a quadratic behavior with the maximum value at 21.84 % of hay substituted by citrus pulp. The calcium-to-phosphorus ratio had a quadratic behavior with the minimum value at 10.57 % of hay replacement by citrus pulp. The average daily weight gain increased linearly with replacement of hay by citrus pulp. Nevertheless, the growth (cm/day) of wither height decreased and hip height was not affected by hay replacement by citrus pulp. It was observed a linear increase of heart girth when the hay was replaced by citrus pulp. The pH and ruminal ammonia concentration decreased linearly with hay replacement by citrus pulp and had a quadratic behavior as a function of the post-feeding time. The minimum value of pH and the maximum value of ruminal ammonia concentration occurred at 5.3 and 2.1 hours post-feeding, respectively. It was observed linear reduction at the time spent feeding, rumination and total mastication as hay replacement by citrus pulp was increased. However, the number of rumination chews was not affected by the hay replacement by citrus pulp. The feeding and rumination efficiency in g DM/h increased linearly, but the feeding and rumination efficiency in g NDF/h was not affected by hay replacement by citrus pulp. It was observed a linear increase at gross revenue and gross margin, and linear reduction at cost per Kg of weight gain on dairy heifers with the increasing levels of hay replacement by citrus pulp.

1. INTRODUÇÃO

Segundo OLIVEIRA (1994), a criação de novilhas de reposição constitui um ponto de estrangulamento da pecuária leiteira no Brasil, principalmente porque o retorno dos investimentos nessa fase ocorre a médio e longo prazo. Em geral, ocorre negligência por parte dos produtores quanto ao manejo e à alimentação dos animais, o que pode comprometer a produção de leite à maturidade.

A pecuária de leite brasileira passa por transformações em busca de competitividade e qualidade diante da concorrência no mercado mundial. Desta forma, cada vez mais o produtor vem utilizando alimentos alternativos, que podem substituir os alimentos tradicionalmente utilizados, na tentativa de reduzir os custos com alimentação.

A polpa cítrica, devido à sua disponibilidade no mercado e ao seu preço, pode ser mais uma opção para a alimentação de novilhas. No Brasil, estima-se que a produção de polpa cítrica na safra 98-99 chegou a 1 milhão de toneladas, tendo 70 a 75% deste montante sido exportado para países da Europa (ROCHA FILHO, 1998).

A cotação histórica da polpa cítrica é de aproximadamente U\$ 100,00 por tonelada, sendo a variação do preço dependente da época do ano, da oferta e procura no mercado internacional e dos custos com a produção de milho.

BEMGHEDALIA et al. (1989) e FEGEROS et al. (1995) propõem que a polpa cítrica deve ser considerada um alimento concentrado energético, porém apresentando características sob o aspecto de fermentação ruminal que a colocam como um subproduto intermediário entre volumosos e concentrados, semelhante ao que ocorre com outros subprodutos agroindustriais.

Segundo HIGHFILL (1987) e WING (1982), a polpa cítrica tem sido citada como um concentrado energético e sua utilização tem sido associada à manutenção de condições ruminais mais estáveis, com efeitos semelhantes aos obtidos com alimentos volumosos. A polpa de citrus tem sido utilizada em substituição ao milho ou forragens em dietas com elevada relação concentrado-volumoso, com o objetivo de obter altas taxas de ganho de peso, mantendo o ambiente ruminal mais estável.

Em regiões tropicais observa-se grande estacionalidade na produção e qualidade da forragem. Desta forma, o produtor recorre a técnicas de conservação, como a fenação, para garantir forragem de boa qualidade para os animais no período de maior escassez de alimentos.

O preço do feno de capim-Tifton de boa qualidade na região da Zona da Mata mineira é de aproximadamente U\$ 135,00 por tonelada, estando sujeito a variações, como o aumento da procura durante o período de estiagem.

Dessa forma, a polpa cítrica poderia ser utilizada em substituição ao feno de capim-Tifton para novilhas leiteiras, na tentativa de diminuir os custos com alimentação, aumentar a taxa de ganho de peso, diminuindo a idade ao primeiro parto e aumentar o retorno econômico da atividade. Segundo SEJRSEN e PURUP (1997), a redução da idade ao primeiro parto seria a forma mais eficiente de redução dos custos de criação de novilhas leiteiras, estando associado à redução direta dos custos com alimentação, ao retorno mais rápido de investimento e à redução do percentual de animais do rebanho na fase de recria.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica sobre o consumo voluntário de alimentos, o desempenho, o desenvolvimento ponderal, a digestibilidade dos nutrientes, a absorção aparente total de cálcio e fósforo, os parâmetros ruminais, o

comportamento ingestivo e a economicidade, em dietas para novilhas leiteiras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características nutricionais da polpa cítrica

A polpa cítrica pode ser considerada um alimento concentrado energético, e é composta de casca (60 a 65%), bagaço (30 a 35%) e uma pequena quantidade de sementes (MARTINEZ PASCUAL e FERNANDEZ CARMONA, 1980a).

Sua composição bromatológica é bastante variada e depende, entre outros fatores, dos constituintes e da composição das variedades dos frutos e do processamento. A composição químico-bromatológica média da polpa cítrica encontra-se na Tabela 1. Observa-se que a maior variação na composição bromatológica dessa polpa refere-se às frações extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB). Segundo AMMERMAN et al. (1968), a variação nas frações EE e PB estão relacionadas com a variação no teor de sementes. Os autores encontraram que, para cada 1% de aumento no teor de sementes em substituição ao bagaço e à casca, os teores de PB e EE aumentaram em 0,09 e 0,39%, respectivamente.

Já para MARTINEZ PASCUAL e FERNANDEZ CARMONA (1980a), as frações PB e fibra bruta (FB) são as que apresentaram maiores variações. O teor de PB da polpa cítrica seria influenciado pelo percentual de

sementes e pelos elevados níveis de FDA encontrados nas sementes, que poderiam reduzir os teores de PB e EE.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica média da polpa cítrica, na base da matéria seca

Item ^{1/}	Médias $\pm$ Desvio-Padrão ^{2/}
MS (%)	90,54 $\pm$ 1,44
MO (%)	86,28 $\pm$ 4,42
PB (%)	7,23 $\pm$ 0,77
EE (%)	3,74 $\pm$ 1,03
FB (%)	14,05 $\pm$ 2,99
FDN (%)	26,20 $\pm$ 7,36
FDA (%)	21,64 $\pm$ 5,14
Hemicelulose (%)	10,8
Celulose (%)	17,67 $\pm$ 3,11
Lignina (%)	2,80 $\pm$ 0,28
MM (%)	9,70 $\pm$ 4,47
ENN (%)	64,68 $\pm$ 7,81
NDT (%)	77
EL _i (Mcal/kg)	1,78 $\pm$ 0,08
EB (MJ/kg)	18,80 $\pm$ 1,84
Ca (%)	2,91 $\pm$ 2,73
P (%)	0,10 $\pm$ 0,03
K (%)	0,96 $\pm$ 0,15
S (%)	0,07 $\pm$ 0,01
Na (%)	0,08 $\pm$ 0,01
Mg (%)	0,12 $\pm$ 0,08
Co (ppm)	0,12 $\pm$ 0,08
Cu (ppm)	6,23 $\pm$ 0,25
Fe (ppm)	215,57 $\pm$ 145,11
Mn (ppm)	5,93 $\pm$ 0,97
Zn (ppm)	9,81 $\pm$ 5,25

^{1/} MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineral; ENN: extrato não-nitrogenado; NDT: nutrientes digestíveis totais; EL_i: energia líquida de lactação; EB: energia bruta; Ca: cálcio; P: fósforo; K: potássio; S: enxofre; Na: sódio; Mg: magnésio; Co: cobalto; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; e Zn: zinco.

^{2/} Médias dos resultados de AMMERMAN et al. (1968), DEAVILLE et al. (1994), FEGEROS et al. (1995), BELIBASAKIS e TSIRGOGIANNI (1996), MADRID et al. (1997) e NRC (1989).

As características nutricionais da polpa estão relacionadas com o baixo teor de amido e o elevado teor de pectina, quando comparadas às do milho. DEAVILLE et al. (1994) encontraram valores de amido variando de 0,1 a 1,4% com base na matéria seca. Já RIHANI et al. (1993) observaram que a pectina pode constituir até 11% da MS da polpa cítrica.

Em relação ao processamento, a temperatura de desidratação e o tratamento com hidróxido de cálcio seriam as principais variáveis que afetariam a qualidade da polpa cítrica.

AMMERMAN et al. (1965) avaliaram o efeito da temperatura de desidratação (104, 115 e 126 °C) sobre a polpa cítrica e observaram que a composição bromatológica é pouco influenciada, ocorrendo somente um pequeno acréscimo de 0,67% no teor de cinzas. No entanto, a digestibilidade de rações que contêm polpa cítrica desidratada a 104 °C foi maior que aquelas que continham polpa cítrica tratada a 115 e 126 °C. Esses resultados estão em concordância com MARTINEZ PASCUAL e FERNANDEZ CARMONA (1980a), que observaram pequena variação na composição da polpa, quando desidratadas em temperaturas entre 80 e 130 °C. Acima deste intervalo, os autores relataram aumento de 2 a 2,5% de FB, FDA, lignina em detergente ácido (LDA) e MS a cada 10°C de acréscimo na temperatura, até 200 °C.

O aumento da temperatura e do tempo de secagem parece não influenciar os teores de PB da polpa cítrica. No entanto, a digestibilidade da fração PB pode ser reduzida devido à influência da alta temperatura na disponibilidade dos compostos nitrogenados, pela ocorrência da reação de Maillard (VAN SOEST, 1994).

BRUNO FILHO et al. (2000) observaram coeficiente de digestibilidade da proteína bruta de 59,62 e 49,51% e de nitrogênio ligado à fração fibrosa de 0,44 e 1,33%, para polpa normal e queimada, respectivamente. Neste estudo, foi observado o mesmo teor de proteína bruta (7,16%) para a polpa normal e queimada, confirmando os resultados de MARTINEZ PASCUAL e FERNANDEZ CARMONA (1980a).

O tratamento com hidróxido de cálcio, utilizado para remoção da umidade da polpa cítrica, aumenta o seu teor de FDA, cinzas e cálcio (MARTINEZ PASCUAL e FERNANDEZ CARMONA, 1980a).

A elevada relação cálcio:fósforo da polpa cítrica deve ser observada na formulação das dietas. Segundo o NRC (1989), a melhor absorção dos dois elementos para animais em crescimento ocorre quando essa relação é de 2:1.

AMMERMAN et al. (1961) avaliaram o efeito da alta relação cálcio:fósforo (2:0, 14, 2:0,12 e 4,3:0,12) em rações à base de polpa cítrica e concluíram que não houve influência significativa do excesso de cálcio sobre a digestibilidade aparente da proteína e energia.

Segundo o NRC (1989), a magnitude do efeito prejudicial do excesso de cálcio depende de sua fonte, sendo no entanto recomendável correção da relação cálcio-fósforo em dietas à base de polpa cítrica.

DURAND et al. (1988), utilizando a técnica de simulação do rúmen (RUSITEC), encontraram valores de 90,2, 78,0 e 78,7% para digestibilidade da matéria orgânica, hemicelulose e celulose, respectivamente.

FEGEROS et al. (1995), em estudo sobre o valor nutritivo da polpa cítrica, encontraram valores de digestibilidade aparente de 78,6, 87,2, 52,7, 82,0, 93,2 e 83,1% para MS, MO, PB, EE, FB e ENN, respectivamente. Estes resultados estão próximos aos encontrados por DEAVILLE et al. (1994).

MADRID et al. (1997) estudaram o efeito da inclusão de polpa cítrica em dietas à base de palha de cevada para caprinos e observaram o efeito positivo dos níveis dessa inclusão sobre a digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica.

Segundo BEM-GUHEDALIA et al. (1989), a inclusão de alimentos ricos em carboidratos de fácil digestão, como a polpa cítrica, promove aumento na utilização da fração fibrosa e do nitrogênio, por promover maior atividade e crescimento microbiano.

MARTINEZ PASCUAL e FERNANDEZ CARMONA (1980b) substituíram o milho em até 90%, em dietas com elevado teor de concentrado para cordeiros, e não observaram efeito desta substituição

sobre a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra bruta das dietas.

SUTTON et al. (1987) estudaram o efeito da adição de polpa cítrica, polpa de beterraba, cevada, trigo e mandioca. Os autores não observaram efeito dos concentrados sobre a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e energia. No entanto, foi observado aumento na digestibilidade da fibra bruta nas dietas que continham polpa cítrica e polpa de beterraba.

BHATTACHARYA e HARB (1973) substituíram até 100% do milho por polpa cítrica, em dietas com 90% de concentrado para cordeiros, e não encontraram efeito dos níveis de substituição sobre a digestibilidade da matéria seca. Os autores observaram aumento na digestibilidade da fibra bruta, o que evidencia que a fibra da polpa cítrica é mais digestível que a de milho. Já WING (1975) não observou efeito da substituição do milho por polpa cítrica para novilhos, em dietas que continham 33% de volumoso, sobre a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia. No entanto, quando há um excesso de carboidratos facilmente fermentáveis, pode ocorrer depressão na digestão da fibra e, conseqüentemente, da matéria seca (BURROUGHS et al., 1951).

Segundo HOOVER (1986), a diminuição na digestibilidade da fração fibrosa se deve: à preferência dos microrganismos do rúmen por carboidratos de fácil digestão, em detrimento aos componentes fibrosos; ao decréscimo no pH ruminal, devido à rápida fermentação dos carboidratos de fácil digestão; e à competição por nutrientes essenciais, resultando em maior crescimento dos microrganismos que utilizam carboidratos de fácil fermentação.

MOULD e ORSKOV (1984) afirmaram que a adição de amido causaria redução na digestão da fibra por uma série de eventos coordenados, envolvendo redução de pH ruminal, preferência dos microrganismos por determinados tipos de carboidratos e decréscimo dos microrganismos celulolíticos. Segundo os autores, a redução de pH abaixo de 6,0 causaria severa diminuição dos microrganismos celulolíticos e diminuição na digestão da fibra.

Segundo COELHO e LEÃO (1979), a adição de pequena quantidade de carboidratos de fácil digestão, como o amido ou a sacarose, é benéfica para a digestão da fibra, por fornecer energia para crescimento microbiano.

CHAPPELL e FONTENOT (1987), em estudos sobre o efeito de carboidratos de fácil fermentação sobre a digestão da fração fibrosa, observaram que até o nível de 32% não houve redução na digestibilidade da celulose.

As discrepâncias observadas na literatura quanto à utilização de polpa cítrica na alimentação animal e ao seu efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes podem ser atribuídas às diferenças na relação entre os carboidratos de fácil digestão e a fração fibrosa, na relação de volumoso e concentrado na dieta, ao do nível de inclusão da polpa cítrica.

2.2. Consumo e desempenho dos animais

HENRIQUE et al. (1998a) avaliaram a substituição do milho por polpa cítrica em dietas com 20 e 80% de concentrados. Em dietas com 20% de concentrado, não foi observado efeito da polpa cítrica sobre o consumo de matéria seca, o ganho de peso e a eficiência alimentar. Já em dietas com 80% de concentrado, a substituição do milho pela polpa cítrica resultou em menor desempenho dos animais.

Já VELLOSO et al. (1985) observaram que a polpa cítrica pode substituir, parcial ou totalmente, o milho na engorda de bovinos confinados até 30% da matéria seca da dieta. Os animais que receberam dieta com maior nível de substituição do milho pela polpa cítrica tiveram melhor conversão alimentar. O ganho de peso diário não foi afetado pelas dietas experimentais, sendo a média de ganho de peso de aproximadamente 1 kg por animal.

HENRIQUE et al. (1998b) avaliaram a inclusão de polpa cítrica, de duas origens, em dietas com dois níveis de concentrado para novilhas e não observaram efeitos sobre o consumo de matéria seca, o ganho de peso e a conversão alimentar.

VIJCHUALTA et al. (1980) substituíram milho por polpa cítrica em dietas isoprotéicas para novilhos e não observaram diferença no ganho de peso, no consumo de matéria seca e na conversão alimentar. Os autores

observaram ganhos de peso de 1,11 kg por dia e conversão alimentar de 7,82.

SAMPAIO et al. (1984) avaliaram a substituição do milho pela polpa cítrica em novilhos Nelore, não verificando efeito sobre o ganho de peso dos animais. No entanto, os animais alimentados com polpa cítrica apresentaram menor eficiência alimentar.

2.3. Parâmetros ruminais

A polpa cítrica é um alimento que, sob o ponto de vista de fermentação ruminal, pode ser colocada como um produto intermediário entre volumosos e concentrados (CARVALHO e PERES, 1995).

A manutenção do padrão de fermentação ruminal em animais alimentados com polpa cítrica pode, em parte, ser explicada pelo menor conteúdo de amido e pela maior concentração de pectina, quando comparados ao do milho (VAN SOEST, 1994).

A pectina é um carboidrato estrutural de alta e rápida degradação ruminal, sendo quase totalmente degradada no rúmen (90 a 100%) a uma taxa de 30 a 50% h⁻¹. A fermentação da pectina resulta em elevada produção de ácido acético, cuja capacidade de reduzir o pH ruminal baixa quando comparada com a de ácidos láctico e propiônico. No entanto, encontram-se valores discrepantes na literatura quanto à manutenção do pH ruminal em dietas com polpa cítrica.

Na maioria dos trabalhos encontrados na literatura a respeito do efeito da polpa cítrica sobre a produção de ácidos graxos voláteis, foi observado que, com a inclusão da polpa cítrica nas dietas, houve maior produção de ácido acético e menor proporção de ácido propiônico (LOGGINS et al., 1964; HENTGES et al., 1966; SCHAIBLY e WING, 1974; WING, 1982; AMMERMAN e HENRY, 1991; ROCHA FILHO, 1998).

Segundo o NRC (1989), a dieta para ruminantes deve conter um mínimo de 19 a 21% de FDA ou 25 a 28% de FDN, devendo ser ressaltado que 75% do FDN deve ser suprido pela forragem para manutenção do ambiente ruminal. Neste contexto, devido a suas características nutricionais, a polpa cítrica tem sido utilizada em substituição ao milho em dietas com elevado nível de concentrado ou em substituição à forragem, na tentativa de

manter o ambiente ruminal estável e evitar problemas como acidose e laminite, relacionados à diminuição do pH ruminal.

HIGHFILL et al. (1987) estudaram o efeito do grão de soja, do milho, do glúten de milho e da polpa cítrica como suplementos em dietas à base de feno. Os autores observaram que os animais suplementados com polpa cítrica tiveram maior produção de acetato e de ácidos graxos voláteis totais, quando comparados àqueles que receberam suplementação à base de milho. No entanto, não foi observada diferença no pH e na concentração de N-NH_3 ruminal.

PINZON e WING (1976) estudaram o efeito da substituição do milho por polpa cítrica em rações com elevado teor de uréia para novilhos. Os autores observaram que a dieta em que o milho não foi substituído pela polpa teve menor produção total de ácidos graxos e menor relação acetato-propionato. No entanto, os valores de pH para a ração à base de milho foram maiores que os observados nas dietas com polpa cítrica e a concentração de amônia ruminal e uréia no sangue decresceram com aumento do nível de substituição do milho pela polpa cítrica.

BHATTACHARYA e HARB (1973) substituíram em até 100% o milho por polpa cítrica em dietas para cordeiros com 90% de concentrado e não observaram diferenças no pH ruminal, na concentração de ácido graxo volátil e na glicose no sangue. A substituição do milho pela polpa cítrica até o nível de 40% não influenciou a retenção de nitrogênio, porém com 60% de substituição foi observada maior excreção de nitrogênio via urina.

SCHAIBLY e WING (1974) substituíram 0, 33, 66 e 100% da silagem de milho por polpa cítrica em dietas para novilhos e observaram uma diminuição no pH com o aumento dos níveis de substituição. Os autores concluíram que houve diminuição no pH, mas não tão acentuada quanto normalmente encontrado na literatura.

ASSIS et al. (2000) avaliaram a substituição do milho pela polpa cítrica em dietas para vacas em lactação e não observaram efeito dos níveis de substituição sobre o pH e a concentração de amônia ruminal. Já ROCHA FILHO (1998), em experimentos em que a silagem de milho foi substituída pela polpa cítrica e milho, não verificou efeito significativo dos diferentes

níveis de substituição sobre a concentração de amônia ruminal e nível de uréia sanguínea.

A concentração de amônia pode ser utilizada como indicativo da eficiência de utilização dos compostos nitrogenados no rúmen e de adequada relação nitrogênio-energia. Desta forma, a presença de carboidratos facilmente fermentados no rúmen pode diminuir a concentração de amônia que seria utilizada na produção de proteína e no crescimento microbiano. Altas concentração de amônia ruminal resultaram em maior absorção de amônia, conversão em uréia em nível de fígado e perdas na forma de nitrogênio urinário (SNIFFEN, 1992).

SMITH et al. (1979) relataram que mudanças no ambiente ruminal ou na microflora do rúmen podem influenciar a taxa na qual a amônia é incorporada pelos microrganismos, afetando a produção microbiana em uma dada concentração de amônia.

2.4. Comportamento ingestivo

Segundo DADO e ALLEN (1995), o consumo animal pode ser descrito pelo número de refeições por dia, pelo tempo despendido em cada alimentação e pela taxa de mastigação em cada período alimentar. Estes três fatores são resultantes de uma complexa interação entre o metabolismo do animal e as propriedades químicas e físicas da dieta, sobre os receptores de saciedade (THIAGO et al., 1992).

BOEVER et al. (1990) ressaltaram a importância da qualidade química e física da dieta para os animais ruminantes e afirmaram que não apenas as substâncias nutritivas essenciais para manutenção e produção, como também a presença de material estrutural mínimo, são necessárias para maximizar a eficiência de utilização do alimento.

Segundo ULYATT et al. (1986), a mastigação durante a alimentação e a posterior ruminação são de fundamental importância para a digestão de forragens. A mastigação durante a ruminação é importante para formação do bolo alimentar, diminuição do tamanho das partículas, liberação de nutrientes para os processos de fermentação, hidratação do alimento

durante a reinsalivação e exposição das porções inertes do alimento à colonização pelos microrganismos ruminais.

Os danos mecânicos causados no processo de mastigação da forragem são importantes para a digestão microbiana, uma vez que os microrganismos são incapazes de penetrar na epiderme intacta das plantas, a não ser pelos estômatos (CHENG et al., 1980).

Portanto, a mastigação do alimento é importante, principalmente para forragens, por diminuir o tempo de latência na degradação de compostos fibrosos, tendo como consequência o aumento na degradação ruminal da MS e da fibra potencialmente digerível (BEAUCHEMIN, 1992).

Segundo WELCH e HOOPER (1988), o tempo gasto na mastigação depende primariamente da concentração de FDN da dieta. BEAUCHEMIN e BUCHANAN-SMITH (1989) observaram diminuição no tempo de alimentação e ruminação de acordo com a redução na concentração de parede celular das dietas.

O tempo de ruminação aumenta com o conteúdo de parede celular do alimento e diminui com o tamanho da partícula alimentar (VAN SOEST, 1994). Desta forma, ao substituir volumosos por alimentos concentrados finamente moídos é provável que ocorra diminuição no tempo de mastigação, em decorrência do menor teor de FDN da dieta e da redução na granulometria do alimento concentrado.

Segundo WELCH e SMITH (1971), a polpa cítrica e a polpa de beterraba são alimentos freqüentemente utilizados para substituir forragem na alimentação de ruminantes, por prevenir a diminuição do tempo de mastigação e as alterações no ambiente ruminal. Os autores observaram diminuição no tempo de ruminação por unidade de matéria seca consumida, quando o volumoso foi substituído por polpa cítrica. No entanto, não foi observada redução no tempo de ruminação por unidade de conteúdo de parede celular.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade de Pesquisa, Ensino e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 16 de junho a 22 de setembro de 2000.

A cidade de Viçosa localiza-se na Região da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a 20° 45' 20" de latitude sul e 42° 52' 40" de longitude oeste, com altitude média de 651 metros. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, apresentando duas estações bem definidas, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A umidade relativa do ar média é de aproximadamente 80%, com precipitação pluviométrica média de 1.341,2 mm anuais. A temperatura

anual média é de aproximadamente 18,4 °C, sendo a média das temperaturas máximas e mínimas de 18,4 e 14,8 °C, respectivamente.

Os dados climáticos de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar durante a condução do experimento estão apresentados na Tabela 2.

Vinte e oito novilhas da raça Holandesa, malhada de preto, puras e mestiças, com grau de sangue variando de 7/8 Holandês-Zebu a puro por cruza (PC), com idade média de 12 meses e peso médio inicial de 184 kg, foram escolhidas do rebanho leiteiro do Departamento de Zootecnia. Os animais foram submetidos à aplicação de vermífugo, carrapaticida e complexo vitamínico ADE, antes do início do período experimental.

Tabela 2 - Temperatura média, média das temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar média e precipitação, no período de junho a setembro de 2000. Viçosa-MG

Mês	Temperatura (° C)			Umidade Relativa do Ar Média (%)	Precipitação (mm)
	Mínima	Máxima	Média		
Junho	10,62	24,79	16,18	85,05	14,4
Julho	11,38	22,76	15,71	85,65	13,6
Agosto	11,68	25,67	17,56	82,72	19,1
Setembro	15,50	24,39	18,94	86,42	82,9

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com comedouros individuais de concreto e bebedouros automáticos, com 8 m² de área, sendo 5,6 m² com piso cimentado e 2,4 m² de cama. Utilizou-se casca de café como material absorvente na cama.

O experimento constou de 15 dias de adaptação às dietas, ao manejo e às instalações e de três períodos experimentais de 28 dias, perfazendo um total de 84 dias de coleta de dados. No início e no final do experimento e a cada período de 28 dias, após jejum de 12 horas, os animais foram submetidos à pesagem individual, tendo sido medidos o perímetro torácico e a altura de cernelha e de garupa.

Os tratamentos experimentais constituíram-se de quatro níveis de substituição (0, 16,6, 33,3 e 50%) de feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pear) por polpa cítrica. As dietas foram formuladas segundo as

exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (1989), para ganhos de peso médios diários de 700 g. Foram preparadas quatro misturas concentradas, com o objetivo de as dietas serem isoprotéicas e conterem o mesmo teor de compostos nitrogenados não-protéicos.

As dietas experimentais utilizadas foram constituídas de: T1 (0% de polpa em substituição ao feno): 70% de feno de Tifton + 0% de polpa cítrica + 30% de mistura concentrada A; T2 (16,6% de polpa em substituição ao feno): 58,34% de feno de Tifton + 11,65% de polpa cítrica + 30% de mistura concentrada B; T3 (30% de polpa em substituição ao feno): 46,66% de feno de Tifton + 23,33% de polpa cítrica + 30% de mistura concentrada C; e T4 (50% de polpa em substituição ao feno): 35% de feno de Tifton + 35% de polpa cítrica + 30% mistura concentrada D.

A proporção dos ingredientes na mistura concentrada e nas dietas é mostrada na Tabela 3, enquanto a composição químico-bromatológica do feno, das rações concentradas e das dietas está apresentada na Tabela 4.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 7 e 17 horas, sendo a quantidade fornecida calculada de modo a permitir 10% de sobras, aproximadamente.

As sobras foram retiradas semanalmente, ocasião em que era feita a amostragem. As amostras de sobras foram devidamente armazenadas a -5 °C. O feno e o concentrado fornecido aos animais foram amostrados diariamente. Ao final do experimento foi feita uma amostra composta de feno, concentrado e sobras, para cada animal, em cada período experimental.

A excreção fecal foi estimada por meio de fornecimento de 10 g de óxido crômico por animal, por dia. O óxido crômico foi fornecido diariamente em dose única às 11 horas, durante 11 dias, sendo seis dias de adaptação e cinco dias de coleta de fezes, iniciando-se o fornecimento no 66º dia de experimento. As fezes foram coletadas diretamente no reto às 8, 10, 12, 14 e 16 horas do 1º, 2º, 3º, 4º e 5º dia de amostragem, respectivamente. As amostras de fezes foram acondicionadas em sacos plástico devidamente identificados e armazenadas em congelador à temperatura de -5 °C.

A coleta de líquido ruminal para determinação do pH e da concentração de amônia ruminal foi feita no 47º dia de experimento nos

tempos 0 (antes da alimentação), 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação matinal (ORTOLONI, 1981).

O líquido ruminal retirado via sonda foi filtrado em gaze, e o pH foi imediatamente medido por meio de peagâmetro digital. Após a determinação do pH, retirou-se uma alíquota de 40 mL de líquido ruminal, que foi transferida para recipiente de vidro devidamente identificado, contendo 1 mL de HCl (1:1). A amostra foi congelada a -20 °C, para posterior análise de N amoniacal.

Tabela 3 - Composição porcentual dos ingredientes nos concentrados e nas dietas, na base da matéria seca, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Ingredientes	Níveis de Substituição (%)			
	0	16,6	33,3	50
Composição do Concentrado				
Polpa cítrica (%)	0,00	27,95	43,73	53,82
Milho (%)	85,49	53,52	34,67	22,62
Farelo de soja (%)	6,67	4,80	3,75	3,08
Farelo de algodão (%)	0,00	9,39	14,93	18,49
Uréia (%)	1,00	0,72	0,56	0,46
Fosfato bicálcico (%)	4,42	2,63	1,59	0,90
Calcário calcítico (%)	1,06	0,00	0,00	0,00
Sal mineralizado (%)	1,36	0,98	0,76	0,63
BHT ^{1/}	3,00	3,00	3,00	3,00
Composição da Dieta				
Feno de capim-Tifton (%)	70,00	58,34	46,66	35,00
Polpa cítrica (%)	0	11,65	23,33	35,00
Milho (%)	25,65	22,30	18,49	14,71
Farelo de soja (%)	2,00	2,00	2,00	2,00
Farelo de algodão (%)	0	3,91	7,95	12,02
Uréia (%)	0,30	0,30	0,30	0,30
Fosfato bicálcico (%)	1,33	1,10	0,85	0,58
Calcário calcítico (%)	0,32	0	0	0
Sal mineralizado (%)	0,41	0,41	0,41	0,41
BHT ^{1/}	0,9	1,25	1,60	1,95

^{1/} g/100 kg.

O comportamento ingestivo das novilhas foi avaliado a cada período experimental, durante dois dias consecutivos. No primeiro dia, 28 novilhas foram submetidas à avaliação visual, a intervalos de 10 minutos, registrando-se a frequência de alimentação, ruminação e ócio.

No segundo dia, 20 novilhas foram avaliadas durante três períodos de 2 horas (10 às 12; 14 às 16; e 19 às 21 horas), medindo-se, com o auxílio de cronômetro digital, o tempo médio de mastigação merérica por bolo ruminal e o número médio de mastigações meréricas por bolo ruminal. Em cada período de 2 horas foi realizada a observação de três bolos ruminais por animal.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica do feno, dos concentrados e das dietas, na base da matéria seca, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item ^{1/}	Feno	Níveis de Substituição (%)							
		Concentrados				Dietas			
		0	16,6	33,3	50	0	16,6	33,3	50
MS	90,72	87,59	87,66	87,50	87,59	89,78	89,43	89,01	88,69
MO	93,08	91,44	92,01	92,88	92,89	92,59	92,63	92,97	92,96
PB	14,41	13,48	13,74	13,89	13,99	14,13	14,13	14,13	14,13
NNP ^{2/}	21,15	22,78	22,59	22,20	21,94	21,62	21,74	21,70	21,66
EE	2,00	4,72	3,72	3,60	3,57	2,82	2,72	2,85	3,02
CHO	76,68	73,24	74,56	75,39	75,33	75,64	75,79	75,99	75,80
FDN	71,70	9,72	13,80	16,23	18,07	53,01	47,38	42,30	36,84
CNF	4,98	63,52	60,75	59,16	57,26	22,54	28,40	33,69	38,96
FDA	31,56	1,69	5,55	6,45	9,50	22,60	20,64	18,25	17,22
HEM	33,48	6,77	6,86	6,47	6,88	25,47	22,30	19,17	16,19
CEL	27,21	2,12	5,05	6,76	8,73	19,68	17,90	16,37	15,20
LIG	4,38	0,61	1,37	1,62	2,18	3,22	3,11	2,91	2,95
NDT	-	-	-	-	-	73,85	72,96	72,68	71,16
MM	6,92	8,56	7,99	7,12	7,11	7,41	7,37	7,03	7,04
Ca	0,54	1,91	1,74	1,31	1,43	0,95	1,04	0,95	1,12
P	0,24	1,39	1,20	0,80	0,83	0,58	0,64	0,56	0,63

^{1/} MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; CNF: carboidratos não-fibrosos; FDA: fibra em detergente ácido; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; LIG: lignina; NDT: nutrientes digestíveis totais; MM: matéria mineral; Ca: cálcio; e P: fósforo.

^{2/} NNP: nitrogênio não-protéico como porcentual do nitrogênio total.

Os resultados das variáveis do comportamento ingestivo foram obtidos pela aplicação das seguintes fórmulas:

$$TA = f_a \times T_{IO}$$

em que

TA (min/dia) = tempo gasto por atividade;
 f_a (n^0) = frequência de observação da atividade; e
 T_{IO} (min) = intervalo de tempo entre observações (10 minutos).

$$EAL = CMS/TAL$$

em que

EAL (g MS/h) = eficiência de alimentação;
 CMS (g MS/dia) = consumo de MS; e
 TAL (h/dia) = tempo de alimentação.

$$ERU_{MS} = CMS/TRU,$$

$$ERU_{FDN} = CFDN/TRU,$$

em que

ERU (g MS/h ou g FDN/h) = eficiência de ruminação; e
 TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que

TMT (h/dia) = tempo de mastigação total.

$$BOL = TRU/MM_{tb}$$

em que

BOL (n^0 /dia) = número de bolos ruminais;
 TRU (s/dia) = tempo de ruminação; e
 MM_{tb} (s/bolo) = tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal
 (POLLI et al., 1996).

$$MM_{hd} = BOL \times MM_{hb}$$

em que

MM_{hd} (n^0 /dia) = número de mastigações meréricas por dia; e
 MM_{hb} (n^0 /bolo) = número de mastigações meréricas por bolo.

Ao final do experimento, as amostras das sobras foram descongeladas à temperatura ambiente, misturadas e homogeneizadas manualmente, tendo sido retirada uma amostra composta das sobras de cada animal, para cada período experimental. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório para realização de pré-secagem e processamento. A pré-secagem foi feita em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C.

As amostras de feno, concentrado e sobras foram trituradas em moinho de faca tipo “Wiley”, com peneiras de 30 mesh, sendo armazenadas em recipientes de vidro com tampa de polietileno, para posteriores análises.

As amostras de fezes foram descongeladas, pré-secas e moídas da mesma forma descrita para as amostras de sobras. Após pré-secagem, retirou-se uma amostra composta das fezes de cada animal, com base no peso seco, sendo armazenadas em recipiente de vidro com tampa de polietileno, para posteriores análises.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total (Nt), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), fósforo inorgânico total e cálcio foram realizadas segundo os procedimentos descritos por SILVA (1990). As análises de FDN do concentrado foram feitas segundo o procedimento descrito por VAN SOEST et al. (1991). As análises dos compostos nitrogenados não-protéicos foram realizadas segundo LICITRA et al. (1996).

Os compostos nitrogenados amoniacais do líquido ruminal foram determinados por adaptação do método de Kjeldahl, tendo sido omitida a fase de digestão. O líquido de rúmen foi descongelado e centrifugado a 1.000 x g, por 15 minutos. Retirou-se uma alíquota de 2 mL, do sobrenadante, transferiu-se para tubo de ensaio, adicionando-se em seguida água destilada e 15 mL de hidróxido de potássio (2N). Após a adição do KOH, o tubo foi levado imediatamente ao aparelho destilador. A amostra de líquido de rúmen foi destilada em 20 mL de ácido bórico, sendo o volume do destilado de aproximadamente 100 mL. Posteriormente, procedeu-se à titulação com HCL (0,005 N).

As análises de cromo nas fezes foram realizadas de acordo com a técnica proposta por WILLIAMS et al. (1962).

Os teores de carboidratos totais (CHO), de carboidratos não-fibrosos (CNF) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo as equações propostas por SNIFFEN et al. (1992).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos dos quatro níveis de substituição do feno pela polpa cítrica e os animais distribuídos em sete blocos, segundo o seu peso inicial. As análises estatísticas foram feitas mediante o uso do SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) (UFV, 1995), segundo o modelo teórico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu a dieta i e se encontra no bloco j ;

μ = média geral;

t_i = efeito do nível de substituição i , sendo $i = 0, 16,6, 33,3$ e 50% ;

b_j = efeito do bloco j ; e

e_{ij} = efeito dos fatores não controlados dentro da parcela.

O pH e a concentração de amônia ruminal foram analisados no SAS (*Statistical Analyses System*), por meio da análise de variância de medidas repetidas no tempo, procedendo-se à subdivisão das parcelas em função do tempo de coleta (LITTELL et al., 1991). Por se tratar de medidas repetidas no tempo, realizou-se o teste de esfericidade (teste de Mauchly's), para verificar se existia correlação significativa entre as medidas referentes aos diferentes tempos de coletas. Como o teste de Mauchly's foi significativo ($P < 0,01$), as probabilidades foram ajustadas pelo fator de ajuste de *Greenhouse-Geisser Epsilon*, calculados para cada variável, para correção do efeito da correlação das medidas repetidas em horários de coleta.

As análises foram realizadas segundo o modelo teórico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + t_i b_j + t_k + t_i t_k + e_{ijk}$$

em que

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu a dieta i e se encontra no bloco j;

μ = média geral;

t_i = efeito do nível de substituição i, sendo i = 0, 16,6, 33,3 e 50%;

b_j = efeito do bloco j;

$t_i b_j$ = efeito residual das parcelas;

t_k = efeito do tempo K de coleta, sendo K = 0, 2, 4, 6 e 8;

$t_i t_k$ = efeito da interação do i-ésimo nível de substituição do feno t, com o k-ésimo tempo de coleta k; e

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Consumo de nutrientes

Na Tabela 5 estão as médias, as equações de regressão, os coeficientes de variação e a determinação para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P), em função dos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica. Observou-se aumento linear ($P < 0,01$)

nos consumos de MS, MO, PB, CHO e NDT à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica. Já o consumo de FDN decresceu ($P<0,01$) com aumento dos níveis de substituição do feno nas dietas. Com o aumento nos níveis de substituição, observou-se redução no teor de FDN das dietas, devido ao menor teor de FDN da polpa cítrica, quando comparada ao do feno.

A fração fibrosa da polpa cítrica é, segundo VAN SOEST (1994) e CARVALHO e PERES (1995), de rápida e elevada degradabilidade ruminal. A inclusão da polpa cítrica pode ter aumentado a taxa de degradação ruminal da fração fibrosa das dietas, diminuindo o tempo de retenção e aumentando a taxa de passagem.

Tabela 5 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de variação (CV) e de determinação (R^2) para consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHO), fibra em detergente neutro (CFDN), nutrientes digestíveis totais (CNDT), cálcio (CCa) e fósforo (CP), em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item	Nível de Substituição				ER	CV	R^2
	0	16,6	33,3	50			
CMS % PV	2,64	2,78	2,91	3,05	1	4,01	0,99
CMS g/kg ^{0,75}	102,86	108,90	113,59	120,11	2	4,96	0,99
CMS kg/dia	6,26	6,71	6,91	7,47	3	8,64	0,98
CMO % PV	2,44	2,58	2,70	2,83	4	4,01	0,99
CMO g/kg ^{0,75}	95,24	100,85	105,60	111,67	5	4,96	0,99
CMO kg/dia	5,80	6,21	6,42	6,94	6	8,63	0,98
CPB kg/dia	0,89	0,95	0,98	1,06	7	8,64	0,98
CEE kg/dia	0,18	0,18	0,20	0,23	8	8,51	0,99
CCHO kg/dia	4,73	5,08	5,25	5,66	9	8,64	0,98
CFDN % PV	1,38	1,31	1,22	1,12	10	4,66	0,99
CFDN g/kg ^{0,75}	53,81	51,25	47,77	44,10	11	5,63	0,99
CFDN kg/dia	3,28	3,16	2,91	2,74	12	9,97	0,99
CNDT % PV	2,25	2,11	2,40	2,50	13	5,92	0,88
CNDT g/kg ^{0,75}	87,28	82,19	93,66	98,13	14	6,42	0,91
CNDT kg/dia	5,25	4,95	5,70	6,06	15	9,17	0,94
CCa g/dia	61,59	71,80	66,77	84,23	16	8,59	0,79
CP g/dia	36,71	43,33	38,89	47,14	17	8,03	0,98

1. $\hat{Y} = 2,64190 + 0,00810936^{**}NS$; 2. $\hat{Y} = 108,889 + 0,338838^{**}NS$; 3. $\hat{Y} = 6,25835 + 0,0229832^{**}NS$; 4. $\hat{Y} = 2,44539 + 0,00777469^{**}NS$; 5. $\hat{Y} = 95,2342 + 0,324221^{**}NS$; 6. $\hat{Y} = 5,79254 + 0,0219322^{**}NS$; 7. $\hat{Y} = 0,886803 + 0,00321680^{**}NS$; 8. $\hat{Y} = 0,177903 - 0,000100974^{***}NS + 0,0000221772^{**}NS^2$; 9. $\hat{Y} = 4,73389 + 0,0177096^{**}NS$; 10. $\hat{Y} =$

1,38783 - 0,00522304**NS; 11. $\hat{Y} = 54,1003 - 0,195412^{**}NS$; 12. $\hat{Y} = 3,29774 - 0,01106^{**}NS$; 13. $\hat{Y} = 2,20339 + 0,00548242^{**}NS$; 14. $\hat{Y} = 85,4604 + 0,238018^{**}NS$; 15. $\hat{Y} = 5,14071 + 0,0172947^{**}NS$; 16. $\hat{Y} = 0,0633589 + 0,0000168591^{**}NS + 0,00000730953^{***}NS^2$; 17. $\hat{Y} = 0,912753 + 0,00328842^{**}NS$; ** e *** significativos a 1 e 10% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente; e NS = nível de substituição do feno pela polpa cítrica.

Neste estudo, a polpa cítrica foi moída, tendo a granulometria das dietas diminuído com o aumento de seu nível de inclusão. Com a diminuição do tamanho e o aumento da densidade das partículas, podem ter ocorrido aumento na taxa de escape das partículas do rúmen e diminuição no tempo de retenção.

Segundo SHAVER et al. (1988), grande proporção de pequenas partículas aumenta a taxa de escape, diminuindo o tempo de retenção da digesta no rúmen.

Nas dietas com maior nível de polpa cítrica pode ter ocorrido aumento na taxa de passagem, devido à diminuição no teor de FDN, à redução na granulometria das partículas e ao aumento na taxa de degradação da fibra.

Outro fator que pode ter influenciado o aumento da taxa de passagem foi que, com a substituição do feno por polpa cítrica, ocorreu uma substituição de carboidratos fibrosos por carboidratos não-fibrosos, como pode ser verificado pela composição bromatológica das dietas (Tabela 4).

Segundo HOOVER (1986), diferentes proporções de forragem, concentrados e subprodutos, como a polpa cítrica, podem alterar a taxa de degradação da parede celular pelos microrganismos ruminais, podendo ser responsáveis, em parte, pelas variações no consumo de matéria seca em ruminantes.

O consumo de FDN observado neste experimento foi acima da capacidade ótima de consumo de FDN para animais em crescimento, que, segundo MERTENS (1985), é de 1% do peso vivo. O aumento no consumo de MS, com a diminuição do teor de FDN das dietas, evidencia que o consumo voluntário pode ter sido regulado pela limitação física do trato gastrointestinal.

Segundo FORBES (1986), dietas com elevada capacidade de enchimento inibem a ingestão voluntária, por mecanismos que envolvem receptores de tensão localizados na parede do rúmen e retículo, que enviam estímulos para o centro de saciedade do cérebro, determinando interrupção do consumo voluntário de alimentos.

WAINMAN e DEIWEY (1988) observaram restrições severas na ingestão de matéria seca, quando a polpa cítrica peletizada passou de 30% da MS total da dieta. Neste estudo, no tratamento com maior nível de substituição do feno, a polpa cítrica constituía 35% da MS da dieta, tendo sido observado aumento no consumo voluntário. As diferenças na relação volumoso:concentrado e na composição das dietas podem explicar a discrepância entre os resultados.

As dietas experimentais utilizadas obedeceram às recomendações do NRC (1989), quanto ao mínimo de fibra efetiva, o que também pode ter corroborado para que, mesmo com a polpa cítrica perfazendo 35% da dieta, houvesse aumento no consumo voluntário.

Os consumos de PB e MO aumentaram com a substituição do feno pela polpa cítrica, o que, provavelmente pode ser explicado pelo aumento observado na ingestão voluntária de alimentos, uma vez que as dietas eram isoprotéicas e apresentaram teores de MO semelhantes. Foi observado aumento no consumo de NDT, provavelmente devido ao maior consumo de MS.

O consumo de extrato etéreo variou quadraticamente com o nível de substituição do feno pela polpa cítrica, tendo sido observado consumo mínimo de EE, quando o nível de substituição do feno pela polpa cítrica foi de 2,27%.

O consumo de Ca aumentou ($P < 0,10$) à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica (Tabela 5). Este comportamento pode ter sido

influenciado pelo aumento no consumo de MS e teor de cálcio das dietas com maior nível de substituição do feno pela polpa.

Já o consumo de P aumentou linearmente ($P < 0,01$) com a crescente substituição do feno pela polpa, provavelmente devido ao aumento linear no consumo de MS.

4.2. Digestibilidade aparente dos nutrientes e absorção aparente total de cálcio e fósforo

As médias, as equações de regressão e os coeficientes de variação e determinação para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), da proteína bruta (CDAPB), do extrato etéreo (CDAEE), dos carboidratos totais (CDACHO) e da fibra em detergente neutro (CDAFDN) estão sumarizados na Tabela 6. Com o

Tabela 6 - Médias, equações de regressão e coeficientes de variação e de determinação para digestibilidades aparentes da matéria seca (CDAMS), da matéria orgânica (CDAMO), da proteína bruta (CDAPB), do extrato etéreo (CDAEE), da fibra em detergente neutro (CDAFDN) e dos carboidratos totais (CDACHO), em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item	Nível de Substituição				ER	CV	R ²
	0	16,6	33,3	50			
CDAMS	74,93	73,02	73,54	71,49	1	4,47	0,91
CDAMO	76,39	74,54	74,93	72,94	2	4,20	0,92
CDAPB	74,44	71,95	68,64	65,01	3	5,48	0,98
CDAEE	84,41	77,42	83,02	80,35	81,30	4,62	
CDACHO	76,43	74,92	75,78	74,14	75,32	4,13	
CDAFDN	71,74	67,08	64,75	58,19	4	6,68	0,97

1. $\hat{Y} = 74,7537 - 0,059345^{***}NS$; 2. $\hat{Y} = 76,2299 - 0,060290^{***}NS$; 3. $\hat{Y} = 74,7238 - 0,189220^{**}NS$; 4. $\hat{Y} = 71,9082 - 0,258290^{**}NS$; ** e *** significativos a 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e NS = nível de substituição do feno pela polpa cítrica.

aumento dos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica, foi observada redução linear nas digestibilidades da MS, MO, PB e FDN.

Segundo GRANT (1997), a redução no percentual de forragem ou a diminuição no tamanho das partículas com o aumento do nível de

concentrado resulta em diminuição do pH, da taxa de digestão ruminal e do tempo de retenção e em aumento na taxa de passagem.

Segundo CRAWFORTH et al. (1980), com o pH ruminal próximo a 7,0, a digestão da celulose é maximizada. Desta forma, parece que a diminuição observada no pH teve pouca influência sobre a digestão da fibra, sendo mais provável que a redução da digestibilidade da MS, MO, PB e FDN tenha ocorrido devido ao aumento na taxa de passagem e, ou, consumo de matéria seca.

Outro fator que pode ter influenciado a digestão da FDN e, conseqüentemente, da MS e MO seria o aumento na quantidade de carboidratos de fácil fermentação, resultando em alterações na microflora ruminal. COELHO e LEÃO (1979), HOOVER (1986) e VAN SOEST (1994) afirmaram que a adição de grande quantidade de carboidratos de fácil fermentação pode reduzir a digestibilidade da fração fibrosa.

A substituição do feno pela polpa cítrica reduziu linearmente ($P < 0,01$) a digestibilidade da proteína. Segundo MARTINEZ PASCUAL e FERNANDEZ CARMONA (1980a) e BRUNO FILHO et al. (2000), parte do nitrogênio da polpa cítrica está indisponível para o animal na forma de N-FDA, devido à ocorrência da reação de Maillard, durante seu processamento. A menor disponibilidade do nitrogênio das dietas, com maior nível de polpa em substituição ao feno, pode ter causado redução no crescimento microbiano e, conseqüentemente, na digestibilidade dos nutrientes, principalmente na fibra.

Segundo MCALLAN e SMITH (1983), a concentração de amônia requerida pelos microrganismos aderentes que digerem fibra é maior que a exigida pelos organismos em suspensão no líquido de rúmen que utilizam carboidratos de fácil digestão.

Portanto, em dietas com menor disponibilidade de nitrogênio e maior concentração de carboidratos de rápida fermentação, os organismos celulolíticos podem ter seu crescimento diminuído. Nestas condições, os microrganismos aumentariam seu requerimento de amônia para manter ótimo crescimento microbiano (HOOVER, 1986). Uma vez que com o aumento na substituição do feno pela polpa foi observada redução na concentração de amônia, conclui-se que podem ter ocorrido diminuição do

crescimento dos organismos celulolíticos, redução na digestibilidade da fibra e, conseqüentemente, menor digestão da MS e MO.

Não foi observado efeito significativo dos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica nas dietas sobre os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e dos carboidratos totais. A variação no teor de extrato etéreo nas dietas foi muito pequena e a modificação na composição desta fração, causada pela substituição do feno pela polpa cítrica, pode não ter sido suficiente para alterar sua digestibilidade.

Com o aumento da substituição do feno pela polpa, parte dos carboidratos fibrosos foi substituída por carboidratos não-fibrosos, que apresentam maior coeficiente de digestibilidade. No entanto, o decréscimo observado na digestão da FDN, com aumento do nível de substituição, parece ter anulado o efeito positivo da inclusão de carboidratos não-fibrosos nas dietas sobre a digestão dos carboidratos totais.

A absorção aparente total de Ca decresceu linearmente ($P < 0,05$) e a de P variou quadraticamente ($P < 0,10$) com aumento da substituição do feno pela polpa cítrica (Tabela 7). A absorção aparente total de P foi máxima quando 21,84% do feno foi substituído pela polpa.

Tabela 7 - Médias, equações de regressão e coeficientes de variação e determinação para absorção aparente total de cálcio (Ca) e fósforo (P) e relação cálcio:fósforo (Ca:P) na matéria seca consumida, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item	Nível de Substituição				ER	CV	R ²
	0	16,6	33,3	50			
Ca	49,97	43,82	42,87	36,98	1	20,82	0,98
P	60,86	61,98	65,49	56,50	2	12,07	0,80
Ca:P	1,68	1,66	1,72	1,79	3	0,513	0,98

1. $\hat{Y} = 49,4822 - 0,240891 \cdot NS$; 2. $\hat{Y} = 60,1677 + 0,411226NS - 0,00941482 \cdot NS^2$; 3. $\hat{Y} = 1,67807 - 0,00174773 \cdot NS + 0,000082640 \cdot NS^2$; *, ** e *** significativos a 5, 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e NS = nível de substituição do feno pela polpa cítrica.

A relação Ca:P variou quadraticamente ($P<0,01$) com a substituição do feno pela polpa cítrica. A relação Ca:P foi mínima quando o nível de desta substituição foi de 10,57%. Segundo o NRC (1989), a relação cálcio:fósforo que promove a máxima absorção para animais em crescimento varia de 1:1 a 2:1.

Independentemente da forma na qual o cálcio e o fósforo são ingeridos, a absorção é função da solubilidade e do ponto de contato com as membranas absorptivas (MCDOWELL, 1992). Desta forma, a diminuição linear da absorção aparente de cálcio à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica indica que o cálcio encontrado na polpa cítrica apresentou baixa disponibilidade para o animal.

O comportamento quadrático observado na absorção aparente total de fósforo pode ser explicado pela relação cálcio:fósforo do alimento ingerido, estando de acordo com o relatado pelo NRC (1989) e por MCDOWELL (1992), que afirmaram que a absorção de Ca e P é influenciada pela proporção desses minerais na dieta.

4.3. Desempenho, conversão alimentar e desenvolvimento ponderal

As médias, as equações de regressão e os coeficientes de variação e a determinação para os ganhos de peso (GP), a altura de cernelha (AC), a altura de garupa (AG), o perímetro torácico (PT) e a conversão alimentar (CA) estão na Tabela 8.

Tabela 8 - Médias, equações de regressão e coeficientes de variação e determinação para ganho de peso (GP), altura de cernelha (AC), altura de garupa (AG), perímetro torácico (PT) e conversão alimentar, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item	Nível de Substituição				ER	CV	R ²
	0	16,6	33,3	50			
GP (kg/dia)	0,92	1,00	1,12	1,18	1	13,47	0,99
AC (cm/dia)	0,11	0,11	0,09	0,09	2	21,94	0,90
AG (cm/dia)	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	19,57	

PT (cm/dia)	0,18	0,19	0,21	0,22	3	14,15	0,99
CA	6,98	6,61	6,16	6,38	6,99	13,93	

1. $\hat{Y} = 0,921730 + 0,00539726^{***}NS$; 2. $\hat{Y} = 0,110454 - 0,000446559^{*}NS$; 3. $\hat{Y} = 0,181398 + 0,00812427^{**}NS$; *, ** e *** significativos a 5, 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e NS = nível de substituição do feno pela polpa cítrica.

Foi observado aumento linear ($P < 0,01$) no ganho de peso das novilhas à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica. O aumento no ganho de peso pode, provavelmente, ser explicado pelo aumento linear no consumo de matéria seca observado para os animais alimentados com maior nível de substituição do feno nas dietas.

O ganho de peso observado foi maior que o predito pelo NRC (1989), ou seja, de 700 g/dia para o qual as dietas foram ajustadas. No entanto, a ingestão de matéria seca também foi maior que a esperada, podendo ter ocorrido ganho compensatório no início do experimento.

Já HENRIQUE (1998a) não observou efeito dos diferentes níveis de inclusão da polpa cítrica para novilhas, observando ganho médio de peso de 1,24 kg/dia. No entanto, as dietas continham diferentes níveis de energia e de proteína, o que pode explicar a ausência de efeito da inclusão de polpa cítrica sobre o ganho de peso dos animais.

VELLOSO (1985) relataram que a polpa cítrica pode ser utilizada na alimentação de bovinos até o nível de 30% das dietas. WAINMAN e DEIVEY (1988) afirmaram que acima de 30% de polpa cítrica na dieta observam-se severas reduções no consumo e desempenho. Já SAMPAIO et al. (1988) utilizaram dietas com até 56% de polpa cítrica em base de matéria seca e não observaram redução no consumo e no desempenho dos animais. Os autores relataram ganho médio de peso de 0,95 kg/dia.

As divergências observadas quanto ao limite de inclusão da polpa cítrica na alimentação de animais ruminantes devem-se provavelmente às diferenças na relação volumoso:concentrado, no teor e na efetividade da fibra, bem como nas características dos alimentos utilizados para compor as dietas.

A velocidade de crescimento dos animais decresceu linearmente com o aumento no nível de substituição do feno pela polpa cítrica. O ganho

em cm/dia de altura de cernelha diminuiu linearmente ($P<0,10$) e o de altura de garupa não foi afetado pela substituição do feno pela polpa cítrica. Já o ganho em cm/dia de perímetro torácico aumentou linearmente ($P<0,05$) à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica.

Pode-se inferir que os animais alimentados com dietas que continham maior nível de substituição do feno pela polpa tiveram maior deposição de gordura, devido ao maior ganho de peso, menor crescimento e maior aumento no perímetro torácico.

Com o aumento da polpa cítrica nas dietas foi observado decréscimo de aproximadamente dez unidades percentuais na digestibilidade da proteína bruta, quando comparados os tratamentos com 0 e 50% de substituição do feno. Desta forma, o crescimento dos animais pode ter sido limitado pela proteína da dieta, sendo o excesso de energia convertido em gordura.

Segundo RADCLIFF et al. (1997), o elevado ganho de peso para novilhas em crescimento deve ser acompanhado de crescimento para evitar que novilhas fiquem excessivamente gordas, com maior possibilidade de apresentarem distúrbios como distorcia, por ocasião do parto.

A conversão alimentar não foi afetada pelos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica, sendo o valor médio de 6,99. No entanto, foi observada a tendência de os tratamentos com menor nível de substituição terem pior conversão alimentar, o que se deve, provavelmente, ao efeito dos tratamentos experimentais sobre a digestibilidade das dietas.

4.4. Parâmetros ruminais

O pH ruminal decresceu linearmente em função dos níveis de substituição e variou quadraticamente em função dos tempos de coleta, como mostrado na Figura 1. Um valor de pH mínimo foi estimado com 5,3 horas após a alimentação. Observa-se que para todos os níveis de substituição e para todos os tempos de coleta o pH manteve-se acima de 7,0.

A diminuição do pH em função da substituição do feno pela polpa deve-se, provavelmente, à substituição dos carboidratos fibrosos do feno por carboidratos não-fibrosos de rápida fermentação da polpa cítrica. Estes

carboidratos, quando fermentados, resultam em rápida produção de ácido acético, o que acarreta a queda do pH (COELHO e LEÃO, 1979; VAN SOEST, 1994). A substituição do feno pela polpa cítrica reduziu o teor de FDN das dietas, o tamanho das partículas e, conseqüentemente, o tempo total de mastigação e a produção de saliva, diminuindo o tamponamento do ambiente ruminal (ALLEN, 1997).

O maior consumo de matéria seca e carboidratos digestíveis aumentou com aumento da substituição do feno pela polpa cítrica, resultando em maior produção de ácidos graxos voláteis, o que também pode ter influenciado a redução observada no pH ruminal.

SCHAIBLY e WING (1974) substituíram 33, 67 e 100 % da silagem de milho pela polpa cítrica e observaram redução no pH com o aumento dos níveis de substituição. No entanto, os autores relataram que a diminuição do

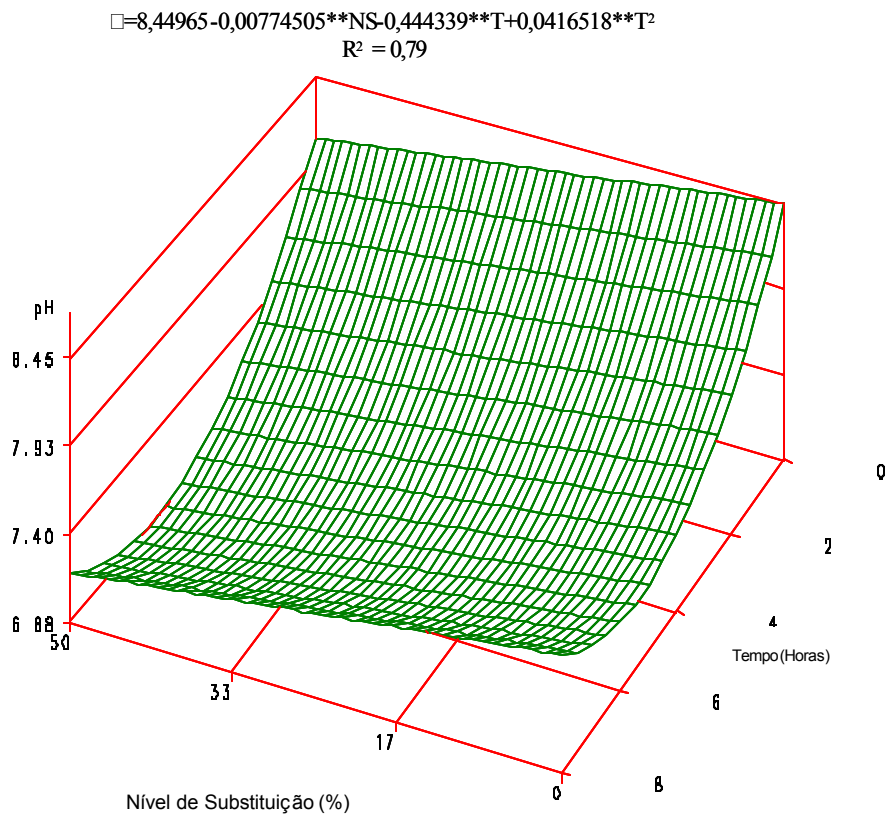


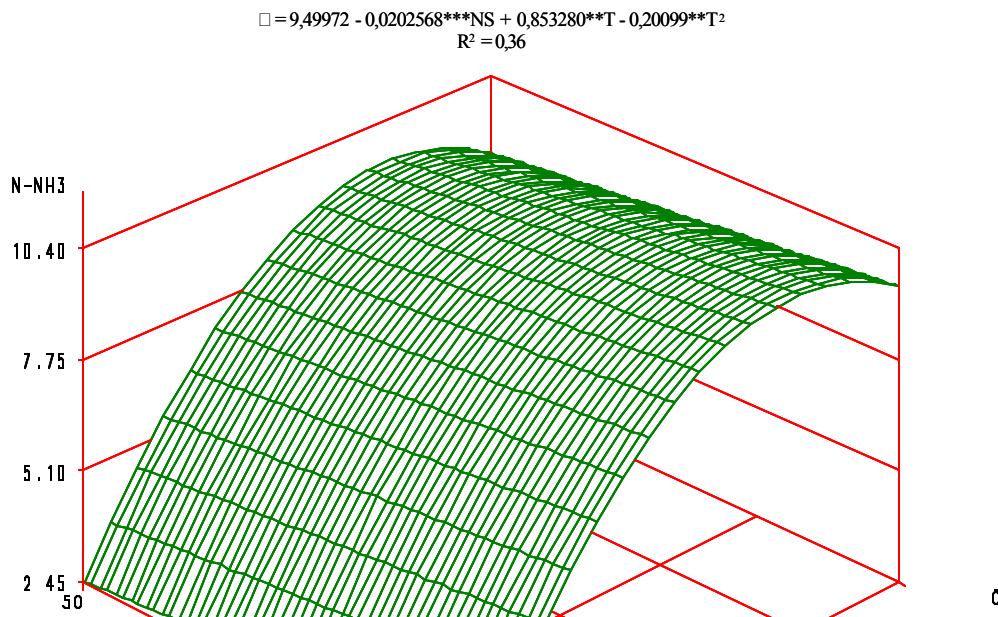
Figura 1 - Estimativa do pH ruminal em função dos tempos de coleta e dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica.

pH não foi tão acentuada quanto a esperada para outros concentrados, estando em concordância com os resultados observados neste experimento.

ROCHA FILHO (1998) estudou o efeito da substituição da silagem de milho por polpa cítrica, milho ou uma combinação de milho e polpa cítrica e não observou efeito sobre o pH ruminal. No entanto, quando comparado com este estudo, verifica-se que o nível de substituição da silagem pela polpa cítrica foi menor e que o elevado teor de amido da silagem de milho, quando comparado ao feno de capim-Tifton, pode ter influenciado os resultados.

A polpa cítrica, em virtude de seu conteúdo de pectina, tem propriedade de manter o pH ruminal relativamente elevado, como observado neste estudo. No entanto, a polpa cítrica não possui a mesma efetividade do feno em manter o pH, tendo sido observado decréscimo no pH ruminal dos animais alimentados com dietas que continham maior nível de substituição. Pode ter ocorrido contaminação com saliva durante a coleta de líquido ruminal via sonda esofágica, o que justificaria o pH relativamente elevado observado neste estudo.

A concentração de amônia diminuiu linearmente ($P < 0,10$) com o aumento da substituição do feno pela polpa cítrica e variou quadraticamente ($P < 0,01$) com aumento dos tempos de coleta do líquido de rúmen, estimando-se concentrações de amônia máximas 2,1 horas após a alimentação, como mostrado na Figura 2.



Nível de Substituição (%)

Tempo (Horas)

Figura 2 - Estimativa da concentração de amônia ruminal, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica e dos tempos de coleta.

Muitos estudos demonstram que, em concentrações de amônia próximo a 5 mg/dL, ocorrem o máximo crescimento microbiano e digestão da matéria orgânica (HOOVER, 1986). Segundo PINZON e WING (1976), elevadas concentrações de amônia resultaram em maior absorção líquida de nitrogênio, conversão em uréia e na conseqüente perda urinária.

Neste estudo, como as dietas foram isoprotéicas e tiveram o mesmo teor de nitrogênio não-protéico, é provável que a menor concentração de amônia tenha ocorrido devido ao maior teor de carboidratos de rápida fermentação das dietas com maior nível de substituição do feno pela polpa cítrica, alterando a taxa na qual o nitrogênio é captado pelos microrganismos para produção de proteína microbiana (SMITH, 1979).

Outro fator que talvez tenha colaborado para que houvesse menor concentração de amônia ruminal seria a diminuição da disponibilidade do nitrogênio das dietas, uma vez que, segundo BRUNO FILHO et al. (2000), parte do nitrogênio da polpa cítrica encontra-se ligada à fração fibrosa (N-FDA).

ROCHA FILHO (1998) não observou efeito da substituição da silagem de milho pela polpa cítrica sobre a concentração de amônia ruminal. No entanto, as dietas utilizadas no estudo tinham diferentes teores de nitrogênio não-protéico, além de o teor de carboidrato de rápida fermentação da silagem de milho ter sido alto, quando comparado ao do feno de capim-Tifton.

4.5. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras

Nas Figuras 3 e 4, pode ser observada a distribuição das atividades de alimentação e ruminação, ao longo do dia, respectivamente. A ingestão de alimentos realizou-se preferencialmente durante o dia, em média 75,68% do consumo de alimentos. Segundo DADO e ALLEN (1995), o consumo de matéria seca é maior após o fornecimento da alimentação.

MIRANDA et al. (1999) observaram que 84,96% do tempo despendido com a alimentação ocorria durante o dia, tendo o alimento sido fornecido em uma única refeição às 8 horas. Como neste experimento o alimento foi fornecido duas vezes ao dia (às 7 e 18 horas), um maior percentual do consumo, quando comparado ao do experimento de MIRANDA et al. (1999), ocorreu no período das 18 às 24 horas.

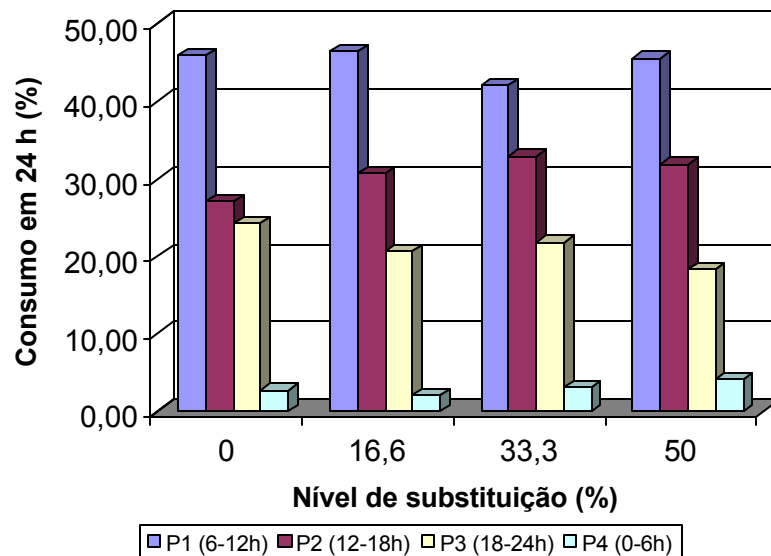


Figura 3 - Distribuição percentual do consumo, em quatro períodos (1, 2, 3 e 4), durante 24 horas, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica.

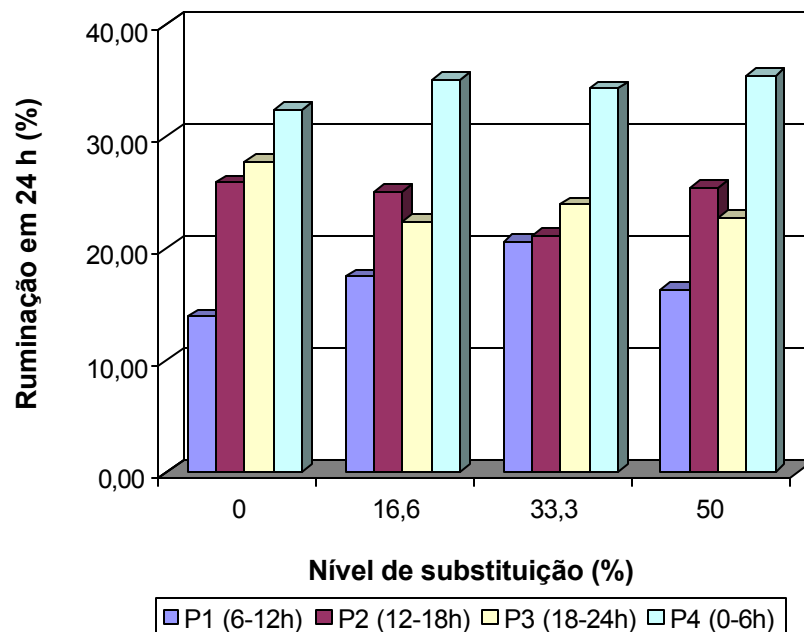


Figura 4 - Distribuição porcentual da ruminação, em quatro períodos (1, 2, 3 e 4), durante 24 horas, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica.

A ruminação, influenciada pelo horário de alimentação, distribuiu-se de forma mais eqüitativa durante o dia e a noite, quando comparado com MIRANDA et al. (1999). Segundo POLLI et al. (1996), a distribuição da atividade de ruminação é influenciada pela atividade de alimentação, ocorrendo após a ingestão do alimento, com o animal em estado de repouso. Foi observado que 58,5% da atividade de ruminação ocorreu nos períodos 3 e 4 (de 18 às 6 h).

Os tempos despendidos nas atividades de alimentação, ruminação e mastigação estão mostrados na Tabela 9. Os tempos de alimentação, ruminação e mastigação total, expressos em min/dia e min/kg MS, diminuíram linearmente ($P < 0,01$) com o aumento da substituição do feno pela polpa cítrica (Tabela 10).

A redução no tempo de alimentação, ruminação e mastigação total ocorreu, provavelmente, devido ao menor teor de FDN e tamanho das partículas das dietas, à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica (WELCH e HOOPER, 1988; JOHNSON e COMBS, 1992; ALBRIGHT, 1993).

Não foi observado efeito das dietas experimentais sobre o tempo de alimentação, ruminação e mastigação total, expresso em min/kg FDN, o que indica que a sua redução foi proporcional ao teor de FDN das dietas.

WELCH e SMITH (1971) estudaram o efeito da polpa de beterraba e polpa cítrica na atividade de ruminação de carneiros e novilhas leiteiras e observaram que o tempo de mastigação por unidade de matéria seca consumida foi menor para os animais alimentados com polpa cítrica, quando comparados com os alimentados com feno. No entanto, em concordância com os resultados observados neste experimento, os autores não constataram efeito no tempo de ruminação por unidade de parede celular, para animais alimentados com feno e polpa cítrica.

A menor duração dos períodos de alimentação e ruminação, com o aumento da substituição do feno pela polpa cítrica, provavelmente é devido ao menor teor de FDN das dietas. Já o número de refeições e os períodos de ruminação não foram afetados pelas dietas experimentais.

A substituição do feno pela polpa cítrica não afetou o número de mastigações meréricas por dia, a taxa de mastigação, o número de mastigações meréricas por bolo, o tempo de mastigações meréricas por bolo

Tabela 9 - Médias de consumo voluntário e das características do comportamento ingestivo e de ruminação de novilhas, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item	Nível de Substituição			
	0	16,6	33,3	50
Nº médio de refeições/dia	10,14	11,33	10,81	10,00
Consumo:				
kg MS/dia	6,97	7,31	7,75	8,35
kg FDN/dia	3,58	3,37	3,19	3,00
min/dia	285,24	276,67	261,90	237,14
min/kg MS	44,76	42,77	35,48	29,85
min/kg FDN	88,25	93,31	87,47	84,61
kg MS/refeição	0,99	0,89	0,77	0,96
Duração das refeições (min)	34,09	29,72	25,33	25,66
Nº de períodos de ruminação/dia	16,33	16,44	17,57	16,57
Duração do período de ruminação (min)	31,97	30,12	28,04	27,61
Tempo de ruminação:				
min/dia	512,38	487,78	480,95	454,29
min/kg MS	108,13	105,21	99,31	91,48
min/kg FDN	156,90	161,87	160,20	159,50
Tempo total de mastigação:				
min/dia	797,62	764,44	742,86	691,43

min/kg MS	124,58	117,03	100,61	86,20
min/kg FDN	245,16	255,19	247,65	244,11
Nº de mastigações merícicas/dia	35253	33926	33486	32011
Nº de mastigações merícicas/min	67,94	68,42	69,44	67,63
Nº de mastigações merícicas/bolo	65,15	62,56	57,82	66,34
Tempo de mastigações merícicas/bolo (s)	57,82	54,73	49,06	59,16
Nº de bolos/dia	554	569	611	495

Tabela 10 - Equações de regressão (ER) para consumo voluntário e características do comportamento ingestivo e de ruminação de novilhas, e respectivos coeficientes de variação, em função dos níveis de substituição do feno de capim -Tifton pela polpa cítrica.

Item	ER	R2	CV
Nº médio de refeições/dia	$\hat{Y} = 10,57$		19,03
Consumo			
kg MS/dia	$\hat{Y} = 6,25835+0,0229832^{***}NS$	0,98	8,64
kg FDN/dia	$\hat{Y} = 3,29774-0,01106^{***}NS$	0,99	9,97
min/dia	$\hat{Y} = 292,411-1,00460^{***}NS$	0,94	10,89
min/kg MS	$\hat{Y} = 46,3215-0,316869^{***}NS$	0,99	15,25
min/kg FDN	$\hat{Y} = 88,41$		11,81
kg MS/refeição	$\hat{Y} = 0,90$		40,59
Duração das refeições (min)	$\hat{Y} = 32,8422-0,174892^{*}NS$	0,85	31,88
Nº de períodos de ruminação/dia	$\hat{Y} = 16,73$		11,25
Duração do período de ruminação (min)	$\hat{Y} = 31,7911-0,0922831^{*}NS$	0,95	15,13
Tempo de ruminação			
min/dia	$\hat{Y} = 511,966-1,10118^{***}NS$	0,97	7,59
min/kg MS	$\hat{Y} = 107,510-0,306613^{***}NS$	0,94	13,13
min/kg FDN	$\hat{Y} = 159,62$		9,31
Tempo total de mastigação			

min/dia	$\hat{Y} = 804,378 - 2,10578^{***}NS$	0,97	6,11
min/kg MS	$\hat{Y} = 127,009 - 0,792223^{***}NS$	0,98	12,61
min/kg FDN	$\hat{Y} = 247,77$		8,20
Nº de mastigações merícicas/dia	$\hat{Y} = 33669,40$		14,51
Nº de mastigações merícicas/min	$\hat{Y} = 68,36$		6,86
Nº de mastigações merícicas/bolo	$\hat{Y} = 62,97$		14,51
Tempo de mastigações merícicas/bolo (s)	$\hat{Y} = 55,42$		9,89
Nº de bolos/dia	$\hat{Y} = 557,56$		11,62

, * e * significativos a ($P < 0,01$), ($P < 0,05$) e ($P < 0,10$), respectivamente.

^a = nível de substituição (0, 16,6, 33,3 e 50).

e o número de bolos por dia. Os resultados obtidos estão em concordância com THIAGO et al. (1992), que relataram que a quantidade de alimento consumido por um ruminante, em um dado período de tempo, depende do número de refeições nesse período e da duração e taxa de cada alimentação.

Neste experimento, observou-se aumento no consumo de matéria seca com o aumento da substituição do feno pela polpa. Desta forma, o número de períodos de alimentação não foi alterado, porém houve diminuição no tempo por refeição e aumento na taxa de alimentação.

As médias de eficiência de alimentação e ruminação estão mostradas na Tabela 11. As equações de regressão e os coeficientes de variação e determinação para eficiência de alimentação e ruminação estão apresentados na Tabela 12.

Foi observada maior eficiência de alimentação e ruminação em g MS/h, com a substituição do feno pela polpa cítrica, o que provavelmente pode ser explicado pela redução no teor de FDN das dietas. No entanto, a eficiência de alimentação e ruminação em g FDN/h não foi afetada pelos

níveis de substituição do feno pela polpa. Os resultados observados indicam que a fração fibrosa da polpa cítrica é efetiva na manutenção das atividades de alimentação, ruminação e mastigação.

4.6. Economicidade da alimentação

Na Tabela 13 estão mostrados os custos com alimentação, receita e margem bruta e custo por kg de ganho de peso. A viabilidade econômica das dietas aumentou com a substituição do feno pela polpa.

Apesar de o custo de alimentação aumentar à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica, a receita bruta e a margem bruta aumentaram linearmente ($P<0,01$), devido ao maior ganho de peso das novilhas.

Observou-se que o custo por kg de ganho de peso diminuiu linearmente ($P<0,01$) com o aumento dos níveis de substituição. Nas condições em que este estudo foi desenvolvido, a substituição do feno pela polpa cítrica para novilhas leiteiras, em até 50%, aumenta a viabilidade econômica da atividade.

Tabela 11 – Médias da eficiência de alimentação e ruminação expressas em g MS/h e g FDN/h, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item	Nível de Substituição			
	0	16,6	33,3	50
Eficiência de alimentação (g MS/h)	1.535,80	1.655,20	1.801,12	2.229,46
Eficiência de alimentação (g FDN/h)	792,67	764,58	742,91	801,91
Eficiência de ruminação (g MS/h)	823,49	913,40	986,01	1.121,15
Eficiência de ruminação (g FDN/h)	423,41	420,75	405,94	402,58

Tabela 12 – Equações de regressão (ER) para consumo voluntário e características do comportamento ingestivo e de ruminação de novilhas, e respectivos coeficientes de variação, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Variável	ER	R ²	CV
Eficiência de alimentação (g MS/h)	$\hat{Y} = 1448,91 + 13,7055^{***}NS$		15,52
Eficiência de alimentação (g FDN/h)	$\hat{Y} = 775,52$	0,99	14,90
Eficiência de ruminação (g MS/h)	$\hat{Y} = 811,726 + 5,86224^{***}NS$		9,66
Eficiência de ruminação (g FDN/h)	$\hat{Y} = 413,17$	0,89	9,85

*** significativo a ($P < 0,01$).

^a = nível de substituição (0, 16,6, 33,3 e 50).

Tabela 13 - Custo com alimentação, receita e margem bruta e custo por kg de ganho de peso, em função dos níveis de substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica

Item	Nível de Substituição			
	0	16,6	33,3	50
A – Custo com alimentação				
Ração total oferecida (kg MN/nov/dia)	7,24	7,71	8,01	8,67
Custo da ração (R\$/kg MN)	0,26	0,25	0,24	0,22
Custo alimentação (R\$/nov/dia)	1,89	1,92	1,90	1,94
B – Receita bruta				
Ganho de peso (kg/dia)	0,92	1,00	1,12	1,18
Preço pago ao produtor (R\$/kg)	3,50	3,50	3,50	3,50
Receita bruta (R\$/nov/dia) ^{1/}	3,22	3,51	3,92	4,14
C – Margem bruta (R\$/nov/dia) ^{2/}	1,33	1,60	2,02	2,20
D – Custo por kg de ganho de peso ^{3/}	2,11	1,89	1,69	1,66

^{1/} Equação de regressão para custo/kg de ganho de peso: $\hat{Y} = 3,22606 + 0,0188904^{***}NS$; $R^2 = 0,99$; e CV = 13,47.

^{2/} Equação de regressão para margem bruta (R\$/nov/dia): $\hat{Y} = 1,3352 + 0,018091^{***}NS$; $R^2 = 0,98$; e CV = 25,74.

^{3/} Equação de regressão para custo/kg de ganho de peso: $\hat{Y} = 2,07201 - 0,00936644^{***}NS$; $R^2 = 0,91$; e CV = 14,38.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do feno de capim-Tifton pela polpa cítrica sobre o consumo voluntário, o desempenho, o desenvolvimento ponderal, a digestibilidade aparente dos nutrientes, a absorção aparente total de cálcio e fósforo, o pH e a concentração de amônia ruminal, o comportamento ingestivo e a economicidade, em dietas para novilhas leiteiras. Vinte e oito novilhas, com idade média de 12 meses e peso médio inicial de 184 Kg, foram mantidas em baias individuais, com acesso irrestrito ao alimento e à água, durante um período de 84 dias. Os tratamentos experimentais foram constituídos de quatro dietas isoprotéicas e com mesmo teor de compostos nitrogenados não-protéicos, em que o feno de capim-Tifton foi substituído (0, 16,6, 33,3 e 50%) pela polpa cítrica. Os animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com sete repetições. As novilhas foram pesadas individualmente, tendo sido determinados o perímetro torácico e a altura de cernelha e de garupa de cada animal, a cada período de 28 dias. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 7 e 17 horas, sendo a quantidade fornecida controlada de modo a permitir 10% de sobras, aproximadamente. O líquido ruminal para determinação do pH e da concentração de amônia foi coletado por meio de sonda esofágica. A excreção fecal foi estimada por meio do fornecimento de 10g de óxido crômico. O comportamento ingestivo de cada novilha foi avaliado visualmente a cada período de 28 dias, em intervalos de 10 minutos, durante 24 horas.

Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CHO) e nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram linearmente à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica. O consumo de fibra em detergente neutro (FDN) decresceu com a substituição. O consumo de extrato etéreo variou quadraticamente com o aumento da substituição do feno, apresentando um mínimo quando 2,27% do feno foi substituído pela polpa cítrica. Os consumos de cálcio e fósforo aumentaram com o aumento nos níveis de substituição do feno.

A substituição do feno pela polpa cítrica provocou redução linear na digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), matéria orgânica (CDAMO), proteína bruta (CDAPB) e da fibra em detergente neutro (CDAFDN) e não influenciou os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo (CDAEE) e os carboidratos totais (CDCHO).

A absorção aparente total de cálcio decresceu linearmente e a de fósforo variou quadraticamente com o aumento da substituição do feno pela polpa cítrica, tendo a absorção aparente total de fósforo sido máxima quando 21,84% do feno foi substituído pela polpa. A relação cálcio:fósforo variou quadraticamente com a substituição do feno pela polpa cítrica, sendo a relação mínima observada quando o nível dessa substituição foi de 10,57%.

O ganho de peso aumentou linearmente com a substituição do feno pela polpa cítrica. No entanto, o crescimento em cm/dia de altura de cernelha foi menor e o de altura de garupa não foi influenciado pelos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica. Observou-se aumento linear no perímetro torácico à medida que a polpa cítrica substituiu o feno.

O pH e a concentração de amônia ruminal decresceram linearmente com o aumento da substituição do feno pela polpa cítrica e variaram quadraticamente com o tempo de coleta. O valor mínimo de pH e a máxima concentração de amônia ocorreram após 5,3 e 2,1 horas decorridas a alimentação.

O tempo despendido em alimentação, ruminação e mastigação total diminuiu linearmente com o aumento dos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica. No entanto, o número de mastigações meréricas não foi influenciado pela substituição do feno. As novilhas apresentaram maior eficiência de alimentação e ruminação em g MS/h à medida que o feno foi substituído pela polpa cítrica. Já a eficiência de alimentação e ruminação em g FDN/h não foi influenciada pelos níveis de substituição do feno pela polpa cítrica.

Foram observados aumento linear na receita bruta e margem bruta e redução linear no custo por kg de ganho de peso das novilhas alimentadas com dietas que continham maiores níveis de substituição do feno pela polpa cítrica.

Sob as condições em que esta pesquisa foi realizada, concluiu-se que:

- Recomenda-se a utilização da polpa cítrica em até 35 % na alimentação de novilhas leiteiras, como uma alternativa para o produtor reduzir a idade à primeira cobertura e ao primeiro parto das novilhas, com menor custo de alimentação.