

**UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

DISSERTAÇÃO

Polpa Cítrica em Dietas para Cordeiros

Eduardo Lucas Terra Peixoto

2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

POLPA CÍTRICA EM DIETAS PARA CORDEIROS

EDUARDO LUCAS TERRA PEIXOTO

Sob a Orientação do Professor

Mirton José Frota Morenz

e Co-orientação dos Professores

Carlos Elysio Moreira da Fonseca

Fernando César Ferraz Lopes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2011

636.30855

P379p

T

Peixoto, Eduardo Lucas Terra, 1985-
Polpa cítrica em dietas para cordeiros
/ Eduardo Lucas Terra Peixoto. - 2011.
39f. : il.

Orientador: Mirton José Frota Morenz.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Zootecnia.
Bibliografia: f. 23-29.

1. Cordeiro - Alimentação e rações -
Teses. 2. Digestão - Teses. Polpa de
frutas - Teses. I. Morenz, Mirton José
Frota. II. Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia. III.

DEDICATÓRIA

A DEUS, condutor absoluto dos meus passos.

Aos meus pais Eduardo e Célia, que me ensinaram os princípios básicos do ser humano.

A minha namorada Elizabeth

 pelo apoio nos momentos difíceis,

 carinho e atenção,

 transformando o meu sonho

 em nosso trabalho!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por traçar o meu destino e conduzir minha vida, permitindo a realização desse sonho.

Aos meus pais, por transmitirem os princípios da educação, pela força, amor e confiança.

À minha namorada Elizabeth, pelo companheirismo, respeito, dedicação, cumplicidade, carinhos, amor e por estar presente nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos Natália e Giovanni e todos os familiares, que compreenderam a minha ausência e sempre torceram pelo sucesso deste trabalho.

Ao professor Mirton pela orientação, confiança, dedicação, ensinamentos e amizade.

Ao professor Carlos Elysio pela co-orientação, amizade e cobranças cruciais na minha formação desde os primórdios da graduação.

Ao Dr. Fernando César Ferraz Lopes, pela colaboração e co-orientação.

Ao professor Luiz Freire pela amizade e ensinamentos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Programa de pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realizar o curso e concretizar um sonho.

À Coordenação de apoio à pesquisa (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Karla, por ter sido mais que bolsista de iniciação científica, foi à “alma” do experimento durante a fase laboratorial, repassando suas habilidades e conhecimentos. E além de tudo uma preciosa amiga.

À inestimável equipe de trabalho Karla, Paulo (jacutinga), Franciny, Badaró, Danilo, Bruna, Túlio, Diego, Alessandra e Thaísa pelo apoio, aprendizado, conversas, brincadeiras, dúvidas e amizade.

Aos funcionários do laboratório de análises bromatológicas, Marcus, Evandro, Felipe e Alice, pela colaboração, solicitude e amizade.

Ao funcionário da secretaria da pós-graduação em Zootecnia Paulo Henrique, por sempre estar solucionando as questões burocráticas que por ventura da jornada acadêmica surgiram.

Aos meus amigos Daniel, Bruno, Geraldo e todos os moradores que convivi no 237 que mesmo de longe estiveram sempre torcendo para a concretização deste momento.

Aos amigos e amigas do alojamento de pós-graduação, pela convivência, churrasquinhos, conversas, brincadeiras e amizades, nos tornaram uma grande família.

Aos professores e colegas da UFRRJ, e às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo e a conclusão do curso.

E àqueles que porventura eu tenha esquecido

A todos vocês meu sincero e muito obrigado!

BIOGRAFIA

Eduardo Lucas Terra Peixoto, natural de Guaxupé-MG, nascido em quatro de abril de 1985, filho de Eduardo Peixoto e Célia Ribeiro Terra Peixoto, formou no Curso de Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho-MG (atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - Campus Muzambinho) em 2002; ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2004 tendo-o concluído em 2009. Foi monitor da disciplina fertilidade dos solos durante 2006 a 2009. No período de 2009 a 2011 realizou o Curso de Mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, com bolsa concedida pela CAPES.

RESUMO

PEIXOTO, Eduardo Lucas Terra Peixoto. **Polpa cítrica em dietas para cordeiros**. 2011. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Objetivou-se com este estudo analisar os efeitos dos diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica peletizada (PCP) em dietas para ovinos sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, parâmetros de fermentação ruminal e fracionamento dos compostos nitrogenados e carboidratos das dietas. Foram avaliados os níveis 25; 50; 75 e 100% (base da MS), de inclusão de polpa cítrica às dietas em substituição do milho. As dietas foram formuladas de forma a serem isoproteicas com uma relação volumoso:concentrado de 60:40, sendo utilizado o feno de coastcross (*Cynodon dactylon spp*) como volumoso. Foram utilizados cinco borregos mestiços com peso inicial médio de $26,06 \pm 1,78$ Kg, mantidos em gaiolas de metabolismo, com dispositivo para coleta total de fezes, distribuídos em delineamento quadrado latino 5 x 5, onde, cada período de avaliação teve duração de 14 dias, sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas. As coletas de amostras de alimentos oferecidos, sobras e fezes, para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes aconteceram do 8º ao 13º dia de cada período de avaliação. No 14º dia foram avaliados os parâmetros de fermentação ruminal. A produção total de fezes foi pesada diariamente e, do total, retirou-se alíquota de, aproximadamente, 40% para a composição de amostras compostas, para cada animal em cada período de avaliação. As amostras foram identificadas e congeladas a -18°C , para posterior análises. Os nutrientes analisados foram matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. As frações dos carboidratos determinadas foram carboidratos totais (CT), fração “C”, fração “B2” e carboidratos não fibrosos (CNF), para as frações dos compostos nitrogenados foram fração “A”, fração (“B1+B2”), fração “B3” e fração “C”. Os resultados foram interpretados de acordo com a análise de variância, sendo as variáveis avaliadas por meio de análise de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de significância. A PCP apresenta em seu perfil maiores teores CNF e B1+B2 para carboidratos e compostos nitrogenados respectivamente. Houve maior predominância da fração B2 dos carboidratos em todas as dietas. Para as frações nitrogenadas houve predominância da fração B1+B2 em todas as dietas. Não houve efeito da inclusão de PC à dieta sobre o consumo, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e também não houve efeito dos níveis de substituição de milho por polpa cítrica sobre o pH e as concentrações de NH_3 no líquido ruminal. Conclui-se que a substituição de milho por polpa cítrica peletizada em dietas para cordeiros pode ser realizada até 100% sem que ocorram alterações nos padrões nutricionais.

Palavras-chave: Coproduto. Consumo. Digestibilidade. Ovino.

ABSTRACT

PEIXOTO, Eduardo Lucas Terra Peixoto. **Citrus pulp in diets for lambs**. 2011. 39p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

This study aimed to evaluate the effects of the replacement of corn by citrus pulp pellets in diets for lambs on nutrients intake and digestibility, rumen fermentation parameters, and nitrogenous and carbohydrate fractions of the diets. Were evaluate the levels, 25, 50, 75 and 100 % (DM basis) of the inclusion of citrus pulp (CPP) to replace corn in diets. The diets were formulated to be isoproteic with ratio roughage:concentrate of 60:40, using coastcross hay (*Cynodon dactylon spp*) as roughage. Were used five lambs crossbred with initial weight of 26.06 ± 1.78 kg, distributed in a 5 x 5 Latin Square, kept in metabolic cage with device for total feces collection. Each trial period lasted 14 days, with the first seven days for diet adaptation. Daily, from 8th to 13th day, were weighed feed, orts and faeces, and collected a sample from each fraction, in each experimental period. Ruminal parameters were evaluated at 14th day. The samples were identified and frozen at -18°C for later analysis. Nutrients analyzed were dry matter, crude protein, ether extract, ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and lignin. For the carbohydrates fractions determined were: total carbohydrate (CT), fraction “C”, fraction “B” and no-fiber carbohydrate (CNF), for nitrogen compounds fractions were: fraction “A”, fraction “B1+B2, fraction “B3” and fraction “C”. The results were interpreted according to the analysis of variance, the variables evaluated by regression analysis, using the T test at 5% significance level. The CPP showed in your profile more CNF and B1+B2 fractions content, for carbohydrates and nitrougenous, respectively. There was a higher prevalence of the B2 fraction of the carbohydrates in all diets. There was not effect ($p > 0.05$) in levels inclusion of citrus pulp at the diets on intake of nutrients, apparent digestibility of nutrients, as well for pH and contents NH₃-N in rumen fluid. Citrus pulp pellets can replace the corn in diets lambs up to 100%, without changes in nutritional patterns.

Key words: By-product. Intake. Digestibility. Sheep.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporção média dos ingredientes nas dietas experimentais segundo os níveis de inclusão de polpa cítrica peletizada em substituição ao milho.	7
Tabela 2 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes e das dietas contendo diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica em dietas para cordeiros.	8
Tabela 3 - Valores das frações de carboidratos dos alimentos.	12
Tabela 4 - Teores das frações dos compostos nitrogenados dos ingredientes utilizados nas dietas.	14
Tabela 5 - Valores das frações nitrogenadas e de carboidratos das dietas experimentais.	15
Tabela 6 - Consumo de nutrientes por borregos em dietas contendo diferentes níveis de substituição de milho pela polpa cítrica peletizada.	16
Tabela 7 - Coeficiente de digestibilidade (%) dos nutrientes em dietas para borregos contendo diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica peletizada.	18
Tabela 8 - Médias, equações de regressão e coeficiente de variação (CV%) obtidos para os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de manutenção (ELm), consumos de NDT (CoNDT) e de energia líquida de manutenção (CoELm).	19
Tabela 9 - Índice pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) no líquido ruminal segundo níveis de substituição de milho por polpa cítrica.	20

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Animais mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo com bolsas coletoras de fezes, e procedimento de coleta total de fezes em ovinos mantidos com bolsa coletora.9
- Figura 2** - Procedimento de coleta de líquido ruminal em ovinos e aferição do pH do líquido em potenciômetro digital..... 11

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5 CONCLUSÕES	22
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 INTRODUÇÃO

A crescente agroindustrialização nacional resulta no aumento da produção de resíduos e co-produtos agroindustriais, sendo que muitos apresentam potencial para serem utilizados na alimentação animal como fontes alternativas de nutrientes, visando à redução nos custos de produção.

Nas agroindústrias de processamento de citros há um coproduto comercialmente denominado de polpa cítrica peletizada, que vem recebendo destaque como fonte alternativa na alimentação de diversas categorias animais, principalmente em substituição ao milho.

A polpa cítrica peletizada é primariamente um alimento pobre em proteína bruta e com perfil de carboidrato muito diferente dos alimentos normalmente utilizados na alimentação animal. Trata-se de alimento altamente energético, mas praticamente não contém amido como carboidrato. Devido às diferentes origens de produção da polpa cítrica, ela pode variar consideravelmente na sua composição química, palatabilidade e valor nutritivo.

A polpa cítrica peletizada apresenta alto teor de pectina, que é um componente da parede celular, sendo a substância que lhe confere elevado valor energético. Devido à presença da pectina, a polpa cítrica proporciona ambiente ruminal mais propício à degradação da fração fibrosa da dieta do que o milho em grão, que é rico em amido. Assim, a pectina se comporta como um carboidrato não estrutural, com rápida e extensa degradação no rúmen, mas originando produtos finais da fermentação (ácidos graxos voláteis) em proporção semelhante àquela produzida pela fermentação de carboidratos estruturais (VAN SOEST, 1994).

Deste modo, o experimento foi elaborado com o objetivo de avaliar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, parâmetros de fermentação ruminal, e estimar as frações dos compostos nitrogenados e carboidratos em dietas para cordeiros, contendo inclusão da polpa cítrica peletizada em substituição ao milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A exploração de pequenos ruminantes domésticos, historicamente, é uma atividade de grande importância socioeconômica. Assim, a produção de ovinos, quando comparada com a de bovinos, se caracteriza como exploração multifuncional, destacando-se os seguintes aspectos: produção de carne, leite, pele e esterco para subsistência das famílias envolvidas, tradicionalmente explorada com tecnologia menos especializada (WANDER, 2002).

Embora o Brasil seja o oitavo produtor mundial de ovinos, com rebanho efetivo de 15,6 milhões de cabeças (FAO, 2009), os sistemas de produção ovina caracterizam-se por baixos desempenhos zootécnicos, os quais apontam para a necessidade da incorporação de tecnologias que permitam o aumento da eficiência dos processos produtivos, permitindo a competitividade dos sistemas de produção.

Neste contexto, no que se refere à nutrição animal, que responde por, aproximadamente, 60% dos custos de produção, destaca-se a utilização de co-produtos agroindustriais, com o objetivo de suprir o déficit nutricional resultante da baixa qualidade das pastagens, especialmente durante a estação seca, onde observa-se, também, menor oferta de massa de forragem.

A citricultura brasileira apresenta números expressivos que traduzem a grande importância econômica e social que a atividade tem para a economia do País. O Brasil detém 30% da produção mundial de citros e 59% da produção de suco de laranja, e movimenta, anualmente, US\$ 1,2 bilhão em exportação de suco, o que corresponde a 80% do mercado mundial, o qual vem crescendo de 2 a 4% ao ano (NEVES et al., 2006).

A industrialização dos produtos cítricos origina elevadas quantidades de resíduos, que podem ser aproveitados na alimentação animal, reduzindo, além dos custos de produção animal, a contaminação ambiental (DUTRA et. al., 1997). Estima-se que o Brasil produza mais de 1 milhão de toneladas de polpa de citros anualmente. Este coproduto corresponde a, aproximadamente, 50% do total da fruta, sendo composto de casca, bagaço e sementes.

A utilização de polpa cítrica na nutrição de ruminantes teve início nos EUA em 1911, com o primeiro trabalho científico publicado em 1917 (WING, 1982). No Brasil a polpa cítrica passou a ser utilizada efetivamente a partir de 1993, onde até então tal coproduto era quase desconhecido para a pecuária nacional. A principal razão residia no fato de que a polpa cítrica peletizada, desde o início da década de 70 era exportada quase que integralmente para a Europa (95-97% da produção), sendo empregada como ingrediente de ração para bovinos. Em meados de 1993, o produto sofreu queda nas cotações internacionais em virtude da menor demanda, o que obrigou as indústrias esmagadoras a direcionarem parte da produção para o mercado interno (CARVALHO, 1995).

A polpa cítrica pode ser utilizada em diversas formas: “in natura”, prensada e peletizada. A mais usual tem sido a polpa cítrica peletizada, devido à maior disponibilidade e facilidade de transporte e armazenamento, embora o custo de secagem para a indústria possa chegar a 50% do investimento total da fábrica.

O processo básico de produção da polpa cítrica peletizada inclui a moagem, o corte, seguido de desidratação dos resíduos das frutas frescas e a peletização. Para auxiliar no processo de secagem, geralmente se mistura óxido ou hidróxido de cálcio nos resíduos para a água se desprender. Portanto, a polpa cítrica seca em geral é rica em cálcio, mas com baixo teor de fósforo (ARTHINGTON et al., 2002).

A polpa cítrica é caracterizada por seu elevado valor energético (73% de nutrientes digestíveis totais) e com peculiaridades de fermentação que a coloca como produto intermediário entre volumoso e concentrado (FEGEROS et al., 1995).

Os benefícios da utilização da polpa cítrica na alimentação animal têm sido revelados tanto no aspecto nutricional, bem como, nos parâmetros produtivos e econômicos de inúmeras espécies de animais domésticos destinados à produção. Rodrigues et al. (2008 a, b) avaliaram os efeitos do fornecimento de polpa cítrica sobre as características de carcaça e a qualidade da carne de cordeiros em confinamento. Os autores relataram que as características de carcaça não foram alteradas pela substituição parcial ou total do milho.

Henrique et al. (2003) estudaram a substituição do milho em grão por polpa cítrica em dietas de ovinos à base de 20% de silagem de milho e 80% de concentrado e observaram que a inclusão da polpa cítrica peletizada proporcionou aumento na ingestão de alimentos, na digestibilidade da proteína e da fibra em detergente ácido, e na retenção de nitrogênio.

O valor nutricional da polpa cítrica seca como substituto de grãos cereais e seu efeito na produção de leite de ovelhas foram avaliados por Fegeros et al. (1995) que constataram que a polpa cítrica seca pode ser utilizada para ovelhas lactantes em até 10% da matéria seca sem ocorrer mudanças na produção e na composição do leite.

Assis et al. (2004) avaliaram o efeito da polpa cítrica sobre o consumo de nutrientes, a produção e a composição do leite em vacas da raça holandesa e não observaram efeito sobre o consumo dos nutrientes. Também não encontraram diferença entre os níveis de substituição do milho pela polpa cítrica, para produção de leite ou produção de leite corrigido para 4% de gordura e nos teores de gordura, proteína, extrato seco total e extrato seco total desengordurado do leite. Os autores relataram que ao substituir 100% do fubá de milho pela polpa cítrica houve redução 4,6 % no custo de produção do leite.

Bueno et al. (2002) avaliaram a inclusão de níveis crescentes de substituição do milho por polpa cítrica peletizada em dietas de cabritos e observaram que a substituição de até 40% do milho não comprometeu o ganho de peso, a ingestão de matéria seca, a conversão alimentar, e não causou efeitos deletérios no metabolismo mineral.

Ao mensurar os efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho (grão moído) no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos, Franzolin et al. (2000) concluíram que a substituição do milho pela polpa cítrica no concentrado propiciou melhora na degradabilidade efetiva da FDA e, também, no fornecimento de energia para o crescimento microbiano celulolítico, além de reduzir o número de protozoários ruminais do gênero *Entodinium*.

Henrique et al. (2004) enfatizaram que a polpa cítrica peletizada pode participar como componente energético em até 55% da matéria seca da dieta, substituindo o milho em grão na terminação de tourinhos recebendo dietas com teores elevados de concentrado.

Aliada a essas características nutricionais, a época de produção de citros e, conseqüentemente, da polpa cítrica, tem início em maio e término em janeiro, abrangendo justamente a entressafra de grãos como o milho e o período de escassez de forragem. Dessa forma, quando o milho atinge a cotação máxima e os pastos um nível mínimo de utilização, a polpa cítrica representa forma de suplementação energética viável (RODRIGUES et al., 2008).

A polpa cítrica contém reduzido teor de amido, e elevado teor de pectina (NOCEK & TAMMINGA, 1991). Segundo Van Soest (1994), pectinas são compostos formados por ácido galacturônico, os quais apresentam elevada disponibilidade para o ecossistema ruminal e proporcionam ambiente ruminal mais adequado à degradação da fração fibrosa da dieta, devido ao fato da pectina possuir elevada capacidade de troca de cátions. Outra grande vantagem é que a fermentação da pectina não produz ácido láctico, enquanto os açúcares são rapidamente fermentados a lactato. A quantidade de lactato resultante da fermentação varia dependendo do açúcar específico no alimento (CULLEN et al., 1986). Assim, a pectina, um carboidrato não fibroso, apresenta rápida e extensa degradação pelos microrganismos do rúmen, proporcionando perfil de ácidos graxos voláteis similar ao das dietas contendo níveis significativos de volumosos.

Ben-Ghedalia et al. (1989) observaram maiores relações acetato:propionato e maiores valores de pH para as dietas contendo polpa cítrica, quando comparadas àquelas contendo elevados teores de amido. Devido à fermentação da pectina gerar grande quantidade de energia por unidade de tempo, assim como outros carboidratos simples e amido, porém com fermentação acética, este tipo de fermentação evita a queda de pH ruminal por meio de um mecanismo mais eficiente de tamponamento ruminal e, portanto, reduz os riscos de acidose (VAN SOEST, 1994).

A fermentação de amido e açúcares promove a diminuição no pH ruminal, devido à maior produção total de ácidos graxos voláteis (AGV) e, principalmente, devido à maior produção de propionato pela via do ácido láctico, que pode se acumular no rúmen, reduzindo a digestão da fibra (VAN SOEST, 1994). Além disso, a maior inclusão de concentrado na dieta diminui a ruminação e, conseqüentemente, reduz a eficiência do tamponamento pela saliva.

A redução de pH ruminal é o principal fator de efeitos associativos negativos entre diversos componentes da ração e sua digestibilidade. O pH ainda exerce importante efeito na determinação da concentração de amônia, na degradação dos componentes da fibra e na participação da população microbiana presente no rúmen (TERRY et al. 1969; ØRSKOV & TYLE, 1990; GRANT & MERTENZ, 1992).

A amônia é a principal fonte de nitrogênio usada para a síntese de proteína microbiana, sendo o produto final resultante do processo fermentativo de proteína, realizado por microrganismos ruminantes. Segundo Russell et al. (1992), a produção e absorção excessivas de amônia aumentam a excreção de N e o custo energético em função da maior síntese de ureia.

A amônia gerada no rúmen é oriunda da fração A, da degradação proteica, da ureia reciclada no rúmen e da lise de células microbianas. O N-amoniaco é removido do rúmen por diversos caminhos, tais como, a incorporação na matéria microbiana, que sai do rúmen, a absorção por intermédio da parede ruminal e via fluido, escoando para os próximos segmentos do trato digestório (FORBES & FRANCE, 1993).

Na avaliação das características nutricionais dos alimentos o consumo permite avaliar o nível de ingestão dos nutrientes. O consumo pode ser regulado por três mecanismos: fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional; físico, relacionado com a capacidade de distensão do rúmen do animal e o psicogênico, que envolve o comportamento do animal aos fatores inibidores ou estimuladores, relacionados ao alimento ou ao ambiente, ao potencial genético do animal, ao tamanho corporal, ao estágio fisiológico, à idade, ao sexo, que refletem diretamente no consumo de matéria seca (MERTENS, 1994; ALLEN, 2000). Segundo Dulphy e Demarquilly (1994), para cada alimento/ração existe um modelo de alimentação específico e, conseqüentemente, um nível de ingestão de matéria seca.

No entanto, o consumo por si, não indica o quanto do nutriente foi realmente absorvido para atender as exigências dos animais. Sendo assim, de maneira complementar ao consumo a avaliação da digestibilidade dos nutrientes é uma ferramenta que permite compreender melhor o processo de digestão do alimento e obter melhor desempenho animal. Fatores como a composição e preparo dos alimentos e da dieta, além de fatores dependentes dos animais e do nível nutricional, são capazes de afetar na digestibilidade dos nutrientes.

O ambiente ruminal é fortemente influenciado por modificações nutricionais. Variações no pH do rúmen podem gerar distúrbios digestivos e afetar o perfil da população microbiana, além do efeito sob o perfil microbiano, o pH também exerce efeito na concentração amoniacal e na degradação dos componentes da fibra. A concentração de N-NH₃ é utilizada como indicador da degradação proteica, da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e do crescimento microbiano (RUSSELL et al., 1992). A polpa cítrica peletizada é um alimento com potencial desejável para alimentação de ruminantes, por ser rica carboidratos de rápida degradação, capaz de fornecer energia rapidamente disponível aos microrganismos ruminais, reduzido teor de amido, e elevado teor de pectina (NOCEK & TAMMINGA, 1991).

Os constituintes químicos e as taxas de degradação dos diferentes co-produtos diferem grandemente. Diante disso, torna-se de fundamental importância avaliar os co-produtos com potencial para a alimentação dos animais, com o intuito de obter dados em relação às frações nitrogenadas e de carboidratos, que possam gerar tabelas para a formulação de rações (VAN SOEST, 1994).

O modelo *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*-CNCPS demonstrou a necessidade de melhor caracterização dos alimentos. Esse sistema de exigências nutricionais baseia-se em um modelo dinâmico que leva em consideração a interação dos diferentes componentes dos alimentos, e tem por objetivo adequar a digestão ruminal dos carboidratos e das proteínas, visando maximizar a produção microbiana, a redução das perdas do nitrogênio pelo animal e estimar o escape ruminal de nutrientes (FOX et al., 1992; RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992).

O CNCPS classifica as proteínas e carboidratos de acordo com sua biodisponibilidade e taxas de degradação. As proteínas são classificadas em: fração A, nitrogênio solúvel ou nitrogênio não proteico; fração B1 compreende peptídios e oligopeptídios, sendo aquela de rápida degradação ruminal; fração B2 corresponde à proteína verdadeira de degradabilidade intermediária; fração B3 engloba os compostos nitrogenados associados à fibra em detergente neutro, sendo esta fração de lenta degradabilidade ruminal e fração C que é representado pela proteína insolúvel em detergente ácido que está associada com a lignina, formando complexos de tanino e de produtos da reação de Maillard que são altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática, sendo assim, esta fração é indigestível no trato gastrointestinal (SNIFFEN et al., 1992).

Da mesma forma, os carboidratos são classificados em: frações A (açúcares simples) e B1 (amido e pectina), de rápida e média degradação ruminal; fração B2 (parede celular disponível de acordo com as taxas de passagem e degradação) e fração C (não degradável).

O fracionamento dos alimentos utilizados na alimentação de ruminantes se faz necessário para a adequada caracterização dos mesmos, buscando elaborar dietas com sincronismo entre a taxa de digestão das proteínas e dos carboidratos, gerando importante efeito sobre os produtos finais da fermentação e, conseqüentemente, sobre a produção animal (NOCEK & RUSSELL 1988).

A determinação das frações nitrogenadas e de carboidratos contribui para a formação do banco de dados nacional de composição de alimentos, permitindo assim, aperfeiçoar o modelo CNCPS as condições tropicais o que, teoricamente, melhora o desempenho nutricional, produtivo e econômico dos rebanhos de produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica (RJ) durante o período de setembro a novembro de 2009. Foram avaliados níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica peletizada em dietas de ovinos em substituição ao milho. As dietas foram formuladas de forma a serem isoproteicas. Foi adotada relação volumoso:concentrado de 60:40, sendo utilizado o feno de coastcross (*Cynodon dactylon spp*) como volumoso. As dietas balanceadas foram ajustadas ao início de cada período, acrescidas de 10% das exigências preconizadas pelo NRC (2007), de modo que permitisse sobras de alimentos. A composição química bromatológica média das dietas e dos ingredientes e a proporção dos ingredientes em cada dieta avaliada são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Os suplementos concentrados foram compostos por milho comercial moído, farelo de soja e polpa cítrica peletizada e 30g por animal por dia de sal mineral comercial, o coproduto foi incluído ao concentrado nos níveis 25; 50; 75 e 100% (base da MS), em substituição ao milho (Tabela 2). As dietas foram fornecidas na forma de mistura completa, fornecidas duas vezes ao dia (7h e as 17h) a fim de minimizar a seleção pelos animais.

O feno de capim coastcross e a polpa cítrica peletizada foram moídos separadamente em moinho elétrico para grãos, utilizando-se peneira com diâmetro de furo de 5 mm, afim de evitar a seleção dos ingredientes dos suplementos concentrados pelos animais, bem como minimizar as perdas durante o consumo.

Foram utilizados cinco borregos sem raça definida com peso médio inicial de $26,06 \pm 1,78$ kg, mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo, providas de comedouros e bebedouros individuais. Para a coleta total de fezes utilizou-se bolsas coletoras de napa, que foram colocadas nos animais no 7º dia de cada período. Cada período de avaliação teve duração de 14 dias, sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas, perfazendo um total de 70 dias no quadrado latino 5 x 5 (14 dias x cinco períodos). Antes de iniciar o experimento os animais foram vermifugados e receberam complexo vitamínico à base de vitaminas A, D e E.

Tabela 1 - Proporção média dos ingredientes nas dietas experimentais segundo os níveis de inclusão de polpa cítrica peletizada em substituição ao milho

Ingrediente	Inclusão de polpa cítrica peletizada (% da MS)				
	0	25	50	75	100
Feno	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Milho moído	31,0	23,9	14,3	5,5	0,0
Polpa cítrica peletizada	0,0	6,0	14,3	21,8	26,5
Farelo de Soja	9,0	10,1	11,5	12,8	13,5

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes e das dietas contendo diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica em dietas para cordeiros

Nutriente	Feno	Milho moído	Polpa cítrica	Farelo de soja	Dietas ¹				
					0%	25%	50%	75%	100%
MS ² (%)	85,9	86,8	86,0	87,3	86,3	86,3	86,2	86,1	86,1
MO ³ (%MS)	93,3	96,4	94,2	92,9	94,2	94,1	93,8	93,6	93,5
PB ⁴ (%MS)	10,3	13,0	6,0	53,8	15,05	15,08	15,08	15,09	15,03
MM ⁵ (%MS)	6,7	3,6	5,8	7,0	5,8	5,9	6,2	6,4	6,5
EE ⁶ (%MS)	0,8	0,6	2,4	0,9	0,7	0,9	1,0	1,2	1,2
FDN ⁷ (%MS)	80,2	10,3	18,3	18,4	53,0	53,5	54,3	55,0	55,4
FDA ⁸ (%MS)	36,5	6,4	13,7	8,8	24,7	25,1	25,8	26,4	26,7
Cel ⁹ (%MS)	26,0	5,5	9,3	6,2	17,9	18,1	18,4	18,7	18,9
Lig ¹⁰ (%MS)	7,5	1,0	2,8	2,3	5,0	5,1	5,3	5,5	5,5
CT ¹¹ (%MS)	82,2	82,9	85,8	38,2	78,4	78,1	77,7	77,4	77,2
CNF ¹² (%MS)	7,3	74,7	69,5	23,1	29,6	28,7	27,6	26,6	25,9
NDT ¹³ (%MS)	60,8	83,8	80,6	79,1	69,6	69,3	69,0	68,7	68,5

¹dietas contendo níveis de substituição de milho por polpa cítrica, ²matéria seca, ³matéria orgânica, ⁴proteína bruta, ⁵matéria mineral, ⁶extrato etéreo, ⁷fibra em detergente neutro, ⁸fibra em detergente ácido, ⁹celulose, ¹⁰lignina, ¹¹carboidratos totais, ¹²carboidratos não fibrosos, ¹³nutrientes digestíveis totais

As análises químico-bromatológicas e parâmetros de fermentação ruminal foram realizadas no Laboratório de Bromatologia Zootécnica, do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

Foram realizadas, diariamente antes da alimentação matutina, pesagens do alimento oferecido e das respectivas sobras, sendo retiradas alíquotas de cada para compor amostras compostas representativas de cada animal em cada período de avaliação que, posteriormente, foram analisadas.

As coletas de amostras de alimentos oferecidos, sobras e fezes para a determinação da digestibilidade dos nutrientes aconteceram do 8º ao 13º dia de cada período de avaliação. No ensaio de digestibilidade foi adotado o método de coleta total de fezes (método direto) por meio de bolsas coletoras ajustadas aos cordeiros (Figura 1). A coleta de fezes foi realizada diretamente das bolsas coletoras, duas vezes ao dia, pela manhã, às 7h, e à tarde às 17h.



Figura 1 - Animais mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo com bolsas coletoras de fezes, e procedimento de coleta total de fezes em ovinos mantidos com bolsa coletora.

A produção total de fezes foi pesada diariamente e, do total, retirou-se uma alíquota de, aproximadamente, 40% para a composição de amostras compostas, para cada animal em cada período de avaliação. As amostras foram identificadas e congeladas a -18°C , para posterior determinação da digestibilidade aparente (DA) dos nutrientes.

As amostras, imediatamente após sua coleta, foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e congeladas a uma temperatura de, aproximadamente, -18°C . Ao final do período experimental, as amostras foram descongeladas e pré-secas em estufas de ventilação forçada a uma temperatura de 55°C durante 72 horas. Posteriormente, as amostras eram moídas em moinho tipo *Willey* com peneiras de 1 mm e analisadas para obtenção do teor de matéria seca (MS).

As análises químico-bromatológicas foram realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2002), para determinação dos teores de matéria seca a 105°C , nitrogênio total, extrato etéreo (EE), cinzas; fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG).

As frações dos carboidratos foram obtidas, utilizando-se a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), onde:

Carboidratos totais: $\text{CHT}(\% \text{MS}) = 100 - (\text{PB}(\% \text{MS}) + \text{EE}(\% \text{MS}) + \text{MM}(\% \text{MS}))$;

Fração “C” ($\% \text{MS}$) = $\text{FDN}(\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{LIG}(\% \text{FDN}) \times 2,4$;

Fração “B2” ($\% \text{MS}$) = $\text{FDN}_{\text{cp}} - \text{Fração “C”}$;

Fração Carboidratos não fibrosos (CNF) = $\text{CHT}(\% \text{MS}) - (\text{Fração “B2”} - \text{Fração “C”})$;

sendo, PB = Proteína bruta ($\text{N} \times 6,25$) ; FDN = Fibra em detergente neutro; FDN_{cp} = Fibra em detergente neutro corrigida para os teores de cinza e proteína; EE = Extrato etéreo; MM = Matéria mineral.

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com o protocolo descrito por Malafaia e Vieira (1997), adaptado por Morenz (2004).

A Fração “A” ou compostos nitrogenados não proteicos (NNP) foi obtida após o tratamento de 0,5 g de amostra com 50 mL de água por 30 minutos, e em seguida adição de 10 mL da solução de ácido tricloroacético (TCA) a 10%, deixando-se em repouso por mais 30 minutos. Em seguida, filtrou-se em papel de filtro de filtragem rápida, e determinou-se o teor de nitrogênio do resíduo mais o papel. A fração A ou NNP foi calculada pela diferença entre o teor de N-total e o de N-insolúvel no TCA.

A Fração “B3” foi determinada pela diferença entre o N insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o N insolúvel em detergente ácido (NIDA).

A Fração “C” foi obtida pela determinação NIDA. Obteve-se a fração “B1 + B2”, pela diferença entre o N insolúvel em TCA e o NIDN, ou subtraindo-se de 100 a soma das frações A, B3 e C.

A determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes foi realizada por meio do método direto. O coeficiente de digestibilidade aparente (DA) foi determinado utilizando-se a equação descrita por Coelho da Silva e Leão (1979), descrita a seguir:

$$DA = [(No - Nr - Ne)/(No - Nr)] \times 100.$$

Onde Digestibilidade aparente (DA) do nutriente; No=quantidade do nutriente oferecido (g); Nr=quantidade do nutriente rejeitado (g); Ne=quantidade do nutriente excretado (g).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado segundo a fórmula descrita por Sniffen et al. (1992):

$$NDT = PBD + 2,25 \times EED + CHOTD$$

Onde: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível, CHOTD = carboidratos totais digestíveis

Com base na composição químico-bromatológica dos alimentos avaliados foram preditos os valores de NDT das dietas, conforme equação descrita por Weiss et al. (1998):

$$NDT = 0,98 \times (100 - FDNn - PB - MM) + EXP(-0,012 \times NIDA) \times PB + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNn - LIG) \times [1 - (LIG/FDN)^{0,667}] - 7$$

Onde: FDNn = Fibra em detergente neutro livre de nitrogênio; PB = Proteína bruta; MM = Cinzas; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; EE = Extrato etéreo; LIG = Lignina; FDN = Fibra em detergente neutro

Para converter NDT em Energia Líquida (ELM) foi usada a equação de Moe e Tyrrel (1976):

$$ELM(\text{Mcal/Kg}) = 0,0245 \times NDT - 0,12$$

Foi realizada coleta de líquido ruminal dos animais no último dia (14º) de cada período experimental para avaliação dos parâmetros de fermentação ruminal: pH e concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

A coleta foi realizada pela manhã, três horas após o fornecimento das dietas (ZEOULA et al., 2003), com auxílio de uma sonda esofágica de silicone conectada a uma bomba a vácuo, coletando - se uma amostra de, aproximadamente, 50 mL de líquido de cada animal (Figura 2). A determinação do pH foi imediatamente após a coleta do líquido ruminal, em potenciômetro digital calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Em seguida, o líquido ruminal foi filtrado por dupla camada de gazes e acondicionado em recipientes hermeticamente fechados e identificados, adicionou-se 8 gotas de ácido sulfúrico (50% v/v) à alíquota de 10 mL do filtrado e congelou-se a -18°C para posterior determinação de N-NH₃. A determinação do N-NH₃ foi através de destilação de 2 mL do líquido ruminal adicionado 10 mL de solução KCl 15% e 250 mg de Óxido de Magnésio (p.a.) em aparelho de destilação micro Kjeldahl e titulado com H₂SO₄ com normalidade 0,01 conforme metodologia descrita por Preston (1995).

Cálculo:, em que:

$$N - NH_3 / 100 \text{ mL} = \frac{(V_2 - V_3) \times N \times 0,014007 \times 1.000 \times 100}{V_1}$$

N-NH₃/100mL = Concentração de Nitrogênio Amoniacal em 100 mL de amostra de Líquido Ruminal.

V₁ = volume de Líquido Ruminal empregado na análise, em mililitros.

V₂ = volume de Ácido sulfúrico gasto na titulação da amostra, em mililitros.

V₃ = volume de Ácido sulfúrico gasto na titulação do “branco”, em mililitros.

N = normalidade do Ácido sulfúrico.



Figura 2 - Procedimento de coleta de líquido ruminal em ovinos e aferição do pH do líquido em potenciômetro digital

Para as frações nitrogenadas e de carboidratos os resultados foram interpretados, utilizando-se estatística descritiva, com base nas médias e coeficientes de variação, das amostras obtidas em cada período. O consumo e digestibilidade dos nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal foram interpretados de acordo com a análise de variância, sendo as variáveis avaliadas por meio de análise de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de significância. Conforme modelo estatístico:

$$Y = \mu_{ijk} + P_i + A_j + T_k + \epsilon_{ijk}$$

onde:

μ_{ijk} = efeito médio geral ijk ;

P_i = efeito do período i ;

A_j = efeito do animal j ;

T_k = efeito do tratamento K ;

ϵ_{ijk} = erro aleatório ijk ;

i = Período (1,2, ...5)

j = animal (1, 2, 5)

K = tratamento (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de polpa cítrica em substituição ao milho no concentrado)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de proteína bruta (PB) para a polpa cítrica peletizada foi de 6,03% (Tabela 2) sendo próximo dos reportados na literatura (O'MARA et al., 1999; HENRIQUE et al., 2004; PORCIONATO et al., 2004; BAMPIDIS & ROBINSON, 2006; MENDES NETO et al., 2007), respectivamente 8,1; 6,0; 7,2; 6,9; 7,5% de PB. No entanto, o teor de PB foi inferior aos encontrados por Chen et al. (1981), Bueno et al. (2002) e Piquer et al. (2009), de 11,9; 11,7 e 14,9% de PB, respectivamente. É importante ressaltar que por se tratar de um coproduto da agroindústria, o mesmo pode sofrer variações na sua composição, principalmente devido à proporção de casca, polpa e sementes e este fator, por sua vez, é dependente do tipo de fruta processada (dentro de um tipo de fruta irá sofrer mudanças conforme o cultivar) e formas de processamento. Segundo Wing (1982), o teor de PB pode chegar até 17,7% sendo que maiores proporções de sementes resultam em maiores teores de PB.

Na literatura (CHEN et al., 1981; O'MARA et al., 1999; BUENO et al., 2002; HENRIQUE et al., 2004; PORCIONATO et al., 2004; BAMPIDIS & ROBINSON 2006; MENDES NETO et al., 2007; PIQUER et al., 2009) encontra-se grande variação na composição química da polpa cítrica peletizada em especial nos componentes FDN, FDA e lignina. Isso se deve à diversidade de matérias primas (laranjas, tangerinas e limões), que irão originar o coproduto, a sua origem (indústria de beneficiamento, região), forma de processamento e seu armazenamento. Outro aspecto que contribui para a variação pode estar relacionado à dificuldade da determinação dessas frações em laboratório, devido às características físico-químicas do coproduto.

Os componentes da fração fibrosa da polpa cítrica peletizada foram sempre maiores que os do milho moído, fato este esperado devido à diferença na natureza dos dois alimentos, onde a polpa cítrica peletizada é rica em componentes estruturais (celulose, hemicelulose, pectina e lignina) e o milho é constituído basicamente de amido, um carboidrato não estrutural.

Os valores das frações de carboidratos dos alimentos, carboidratos não fibrosos (CNF), fração B2 e fração C são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores das frações de carboidratos dos alimentos

Alimento	Fração de Carboidratos (% MS)		
	CNF	B2	C
Feno de coastcross	7,3	63,2	11,6
Milho moído	74,7	8,1	0,0
Polpa cítrica peletizada	69,5	16,0	0,2
Farelo de soja	23,1	14,9	0,2

Dentre os carboidratos, o CNF representa a maior fração na polpa cítrica peletizada, ou seja, o coproduto possui maior quantidade de carboidratos de rápida fermentação no rúmen, o que o torna boa fonte de energia para o crescimento dos microrganismos que utilizam CNE.

Embora a polpa cítrica peletizada tenha apresentado teor de CNF 7% inferior ao milho, ainda assim é desejável, pois a fração B2 da mesma foi 50% superior à do milho. A polpa cítrica peletizada favorece melhor padrão de fermentação ruminal do que o milho, por apresentar uma porção de carboidratos de lenta degradação, o que pode indicar maior digestibilidade ruminal. O teor da fração B2 do milho é próximo do reportado por Hashimoto et al. (2007); a fração C foi muito inferior ao observado pelos mesmos autores que foi de 3,74. Este fato pode decorrer da dificuldade da técnica de análise, que acumula erros durante todo seu processo de determinação, ou pela presença de impurezas no milho, como palha e sabugo.

O feno de coastcross apresentou em sua composição 7,3%, 63,2% e 11,6% de CNF, B2 e fração C, respectivamente. Santos et al. (2001) avaliaram as frações nitrogenadas e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em várias idades ao corte. O teor de CNF de coastcross aos 63 dias foram similares para os teores de CNF (9,6%). A fração B2 foi similar ao reportado por Hashimoto et al. (2007) para o feno de grama estrela (65,67%) e inferior ao reportado por Malafaia et al. (1998) que encontraram valores de 76,6% para o feno de coastcross, assim como pelos valores encontrados por Santos et al. (2001) que encontram valores variando de 76,86 a 79,42%. Vale ressaltar que a composição química das gramíneas pode sofrer variações com a idade de fenação, fertilidade dos solos e condições climáticas de cada região.

Os elevados valores obtidos para as frações B2 podem ser justificados pelos elevados teores de FDN encontrados nas forrageiras tropicais. A fração C encontra-se dentro da faixa encontrada por Santos et al. (2001) que foi de 6,83 a 13,55%, e inferior ao observado por Hashimoto et al. (2007). Esse resultado, provavelmente, pode ser justificado pela maior proporção de caules, à medida que se alongam as idades ao corte. Esses caules apresentam maiores teores de parede celular e, conseqüentemente, maiores teores de lignina. Segundo Jung e Allen (1995), à medida que a planta atinge a sua maturidade, ocorre síntese de polímeros estruturais que são depositados nas células vegetais. A deposição de polímeros de lignina inicia-se no engrossamento da parede celular secundária (JUNG & ALLEN, 1995).

O farelo de soja apresentou teores percentuais de 23,1 (CNF), 14,9 (B2) e 0,2 %MS (C). Malafaia et al. (1998) obtiveram maior percentual da fração de CNF de 27,8% para o farelo de soja com 15,8% de FDN. A fração B2 foi muito superior à observada por Geron et al. (2007), que encontraram 2,5% para o farelo de soja. Em contrapartida, o valor de fração C foi inferior àquele reportado pelos referidos autores, que foi de 9,4%. O maior percentual de CNF do farelo de soja proporciona fermentação mais rápida dos carboidratos desse alimento no rúmen.

Os valores das frações dos compostos nitrogenados dos alimentos, fração A, fração B1+B2, fração B3 e fração C são apresentados na Tabela 4.

A polpa cítrica peletizada apresenta em sua composição maior fração A que o milho, a qual é prontamente disponível para o crescimento dos microrganismos ruminais. Aliada à elevada proporção de CNF, pode-se inferir que a polpa cítrica pode proporcionar menor tempo de latência dos microrganismos ruminais, quando comparada ao milho.

Tabela 4 - Teores das frações dos compostos nitrogenados dos ingredientes utilizados nas dietas

Alimento	Fração Compostos Nitrogenados							
	A	B1+B2	B3	C	A	B1+B2	B3	C
	(%MS)				(%PB)			
Feno de coastcross	0,9	4,0	4,6	0,8	8,8	38,9	44,5	7,8
Milho	1,7	9,1	1,6	0,6	13,1	70,4	12,3	4,2
Polpa cítrica peletizada	1,9	2,1	1,3	0,7	31,1	35,2	21,9	11,8
Farelo de soja	4,6	45,9	1,1	2,3	8,6	85,3	2,0	4,1

A maior fração da polpa cítrica peletizada é representada pela fração B1+B2, que corresponde a 35,2% da proteína bruta, fração essa que representa peptídeos e aminoácidos que são degradados no rúmen e parte no intestino delgado. O coproduto também apresentou fração C considerável, sendo essa representada pelo nitrogênio indegradável pelos microrganismos ruminais e pelas enzimas intestinais, devido ao fato do nitrogênio estar fortemente ligado às frações indigeríveis da parede celular vegetal. Segundo Van Soest (1994), a fração proteica da polpa cítrica pode ser reduzida pela influência do processo de secagem, principalmente pela elevada temperatura utilizada, causando redução na disponibilidade dos compostos nitrogenados, como resultado da relação de Maillard.

O milho apresentou em ordem decrescente fração B1+B2 (70,4%PB), A (13,1%PB), B3 (12,3%PB) e fração C (4,2%PB). Estes resultados corroboram com aqueles reportados por Hashimoto et al. (2007). Essa relação das frações nitrogenadas do milho indica que a maior fração nitrogenada é constituída de oligopeptídeos, peptídeos e aminoácidos que são facilmente degradáveis pelos microrganismos ruminais e a fração que escapada da degradação ruminal sofre degradação intestinal pelas proteases intestinais.

O feno de coastcross apresentou em suas frações nitrogenadas, predominância de B3 (44,5%PB) seguida da fração B1+B2 (38,9%). O teor das frações de compostos nitrogenados não proteicos (fração A) diverge dos resultados apresentados na literatura para fenos do gênero *Cynodon* (MALAFAIA et al., 1997; RIBEIRO et al., 2001; SANTOS et al., 2001). Vale ressaltar que essa fração é fortemente influenciada pelo manejo cultural (idade de corte da forrageira, adubação nitrogenada) e época do ano, pois, segundo Pedreira et al. (1998), os componentes do clima exercem efeitos sobre o desenvolvimento e a qualidade da planta forrageira.

A PB do farelo de soja é constituída, basicamente, pela fração B1+B2 (85,3%PB). Os resultados encontrados assemelham-se aos reportados na literatura (CABRAL et al., 2004; GERON et al., 2007; HASHIMOTO et al., 2007). A fração B1+B2, por apresentar rápida taxa de degradação ruminal, tende a ser extensivamente degradada no rúmen (SNIFFEN et al., 1992), contribuindo para o atendimento dos requisitos em N dos microrganismos deste compartimento. A rápida proteólise no rúmen da fração B1+B2 pode levar ao acúmulo de peptídeos e permitir o seu escape para os intestinos, com a fase líquida.

Os valores do fracionamento de carboidratos e dos compostos nitrogenados das dietas experimentais estão descritos na Tabela 5

A fração C de nitrogênio aumentou com a substituição de milho por polpa cítrica peletizada nas dietas, fato este devido à maior fração C no coproduto em relação ao milho.

Houve maior predominância da fração B2 dos carboidratos em todas as dietas isto é decorrente do elevado teor de FDN do feno e devido também à relação volumoso:concentrado utilizada. Dietas com elevado teor de fração B2, segundo Russell et al. (1992), demandam nitrogênio amoniacal para atender aos requisitos em N dos microrganismos fermentadores de carboidratos estruturais.

Tabela 5 - Valores das frações nitrogenadas e de carboidratos das dietas experimentais

Fração	Nível de Substituição (%)					Média	CV (%)
	0	25	50	75	100		
Carboidrato							
CNF (%MS)	29,62	28,72	27,59	26,55	25,92	27,68	5,49
B2 (%MS)	41,77	42,32	43,07	43,75	44,17	43,02	2,30
C (%MS)	6,98	6,99	7,01	7,03	7,04	7,01	0,36
Compostos Nitrogenados							
A (%MS)	1,48	1,53	1,58	1,63	1,66	1,58	4,78
B1+B2 (%MS)	9,35	9,35	9,27	9,21	9,15	9,27	0,94
B3 (%MS)	3,36	3,33	3,30	3,27	3,25	3,30	1,27
C (%MS)	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	0,93	4,56
A (%PB)	10,12	11,14	12,57	13,87	14,68	12,48	15,09
B1+B2 (%PB)	52,84	50,91	48,20	45,73	44,18	48,37	7,38
B3 (%PB)	30,69	31,15	31,80	32,40	32,77	31,76	2,70
C (%PB)	6,35	6,80	7,43	8,00	8,36	7,39	11,21

Para as frações nitrogenadas houve predominância da fração B1+B2 em todas as dietas, isto não é desejável, dado ao fato das dietas apresentarem predominância de frações de carboidratos de lenta degradação, se faz necessária fração nitrogenada de lenta degradação para que ocorra sincronismo na degradação e propiciar maior desenvolvimento dos microrganismos ruminais e reduzir a excreção de nitrogênio. Segundo Cabral et al. (2004), a utilização de fontes protéicas de rápida degradação ruminal, em dietas à base de alimentos com elevado teor da fração B2 dos carboidratos, pode promover elevada fermentação dos aminoácidos e peptídeos resultantes, e acúmulo de N-NH₃, que será excretada através da urina. Isto decorre da lenta taxa de degradação da fração B2 no rúmen, fazendo com que a proteína dietética seja utilizada para produção de energia, em vez de biomassa. Dessa forma, a utilização de fontes proteicas de lenta degradação no rúmen pode trazer benefícios e aumentar a eficiência de utilização de N pelo animal.

Não houve efeito ($p>0,05$) da inclusão da polpa cítrica (PC) na dieta sobre o consumo de nutrientes (Tabela 6).

Tabela 6 - Consumo de nutrientes por borregos em dietas contendo diferentes níveis de substituição de milho pela polpa cítrica peletizada

		Inclusão de polpa cítrica					Média	CV (%)
		0%	25%	50%	75%	100%		
	(g/dia)	1143	1148	1136	1164	1133	1145	2,48
MS ¹	(g/KgPV ^{0,75})	91	90	90	92	84	89	8,77
	(%PV)	3,9	3,9	3,9	4,0	3,5	3,8	10,83
MO ²	(g/dia)	1079	1081	1069	1090	1061	1076	2,49
PB ³	(g/dia)	150	152	149	153	152	151	2,90
EE ⁴	(g/dia)	16	13	13	17	14	14	15,8
FDN ⁵	(g/dia)	621	621	619	633	614	621	2,27
	(%PV)	2,1	2,1	2,1	2,2	1,9	2,1	10,27
CT ⁶	(g/dia)	914	917	907	921	896	911	2,44
CNF ⁷	(g/dia)	341	345	338	338	328	338	3,46

¹matéria seca, ²matéria orgânica, ³proteína bruta, ⁴extrato etéreo, ⁵fibra em detergente neutro, ⁶carboidrato totais, ⁷carboidratos não fibrosos.

O consumo de MS não foi influenciado, haja vista que o nível máximo de inclusão da PC se manteve dentro do limite de inclusão recomendado por Ammerman e Henry (1991), que é de até 30% de PC na MS total da dieta.

Os valores de ingestão de MS (g/dia), são próximos aos observados por Henrique et al. (2003), que determinaram a digestibilidade e o balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. No entanto, estes autores verificaram consumo crescente de MS, fato este não verificado no presente trabalho, possivelmente devido à melhor aceitabilidade dos animais à polpa cítrica ou à diferença na composição que a polpa cítrica pode sofrer durante o processo de processamento.

A ingestão de MS em função do peso metabólico (89 g/kg PV^{0,75}) é inferior ao reportado por Pereira et al. (2008) que encontraram 126 g/kg PV^{0,75}, quando avaliaram níveis de inclusão de polpa cítrica prensada em substituição a silagem de milho. No entanto, os valores encontrados são superiores ao observados por Furusho-Garcia et al. (2004), de 76,2 g/kg^{0,75}, para cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta de 80% de concentrado e 20% de feno de coastcross, e próximos aos verificados por Vêras et al. (2005), de 97 g/kg^{0,75}. A variação para o consumo em função do peso metabólico entre os trabalhos da literatura é possivelmente devido a idade e ao peso dos animais nas diferentes condições experimentais.

Os consumos de MS encontram-se próximos aos preditos pelo NRC (2007), que sugere valores de 1190 g de MS/dia e 3,97% PV, para animais de 30 kg de peso corporal e ganho diário de 200 g. Os consumos de PB em todas as dietas atenderam às exigências nutricionais para ganhos esperados de 250 g/dia em cordeiros com 30 kg de peso vivo, sugeridas por este mesmo conselho sendo de 140 g/dia de proteína bruta.

Os valores de consumo de MO foram superiores aos reportados Moreira et al. (2001) que registraram consumos médios de MO de 695, 847, 934 g/dia para animais recebendo, respectivamente, feno de alfafa, feno de capim coastcross e silagem de milho. O mesmo foi constatado com o consumo de EE, onde os mesmos autores registraram consumos de 5,92; 11,52 e 12,80 g/dia. Essas divergências de valores são decorrentes ao fato dos animais reportados na literatura terem sido alimentados somente com fontes volumosas sem adição de concentrado como fonte suplementar a dieta.

O consumo de FDN, segundo Waldo (1986), é o melhor e mais simples fator para prever o consumo voluntário de MS pelos ruminantes. Os resultados apresentados são superiores aos encontrados por Alves et al. (2003) que obtiveram valores de consumo de FDN na ordem de 210 a 470 g/animal/dia em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia. Os valores médios de ingestão de FDN, em %PV, foram superiores aos citados por Van Soest (1994), de 0,8 e 1,2% PV, para bovinos de raça leiteira. No entanto, este mesmo autor sugeriu que animais menores tem naturalmente uma maior capacidade ingestiva em relação ao seu peso vivo. Normalmente, com o aumento do peso vivo (PV) ocorre aumento do consumo diário de matéria seca, pois animais mais pesados apresentam maior capacidade do trato gastrointestinal e necessitam de maior quantidade de energia para manutenção (FORBES, 1995). Entretanto, quando expresso em porcentagem do PV ou em g/kg de $PV^{0,75}$, o consumo reduz de forma linear conforme o aumento do peso vivo, o que está relacionado ao fato de que animais de menor tamanho corporal apresentam maior superfície corporal relativa (superfície corporal/peso vivo), portanto são mais exigentes energia por unidade de peso metabólico ($PV^{0,75}$) (CABRAL et al. 2008).

O controle da ingestão de MS provavelmente resultou do enchimento dos compartimentos gastrintestinais, representado pelas altas ingestões de FDN, tanto em % PV quanto em g/kg $PV^{0,75}$. Entretanto, o maior ou menor limite de consumo de FDN deve estar relacionado, além das características dos animais, à qualidade da FDN das dietas.

Os consumos médios de CT foram próximos aos encontrados por Pereira et al. (2008) que encontraram consumos de CT variando de 839 a 981 g/dia, para o teor de CNF foi o resultado encontrado foi inferior aos 401 a 556 g/dia observado pelos autores em dietas contendo níveis de inclusão de polpa cítrica prensada em substituição a silagem de milho. Os resultados obtidos para consumo de CT e CNF são pertinentes, uma vez que o consumo de MS não foi influenciado pela a adição de polpa cítrica peletizada, e os teores desses componentes nutricionais também não tiveram seus teores alterados.

Não houve efeito ($p>0,05$) para os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, EE, FDN e CT (Tabela 7). Este resultado permite afirmar que a inclusão de polpa cítrica pode ser realizada em até 100% de substituição ao milho na dieta de ovinos, sem haver comprometimento na digestibilidade aparente dos nutrientes avaliados.

Para a digestibilidade da MS, Henrique et al. (2003) também constataram que não houve efeito da inclusão de polpa cítrica sobre essa variável, tendo obtido valores superiores aos do presente estudo. A polpa cítrica apresenta alguma variação na sua composição, especialmente do teor de minerais, em função do tipo de fruta processada e do próprio processamento, não tendo um padrão para comercialização (HENRIQUE & SAMPAIO, 2001); essa variação pode explicar a variação de resultados dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes encontrados na literatura.

Os resultados obtidos para o coeficiente de digestibilidade aparente da MO variaram de 65 a 66,9% e são inferiores aos resultados encontrados na literatura (FEGEROS et al. 1995, ÍTAVO et al. 2000, RODRIGUES et al. 2008), isto se deve, provavelmente, às diferenças nas porcentagens de lignina dos alimentos utilizados, pois esse componente está diretamente relacionado com a digestibilidade do material.

Tabela 7 - Coeficiente de digestibilidade (%) dos nutrientes em dietas para borregos contendo diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica peletizada

Nutriente	Inclusão de polpa cítrica ¹					Média	CV ⁹ (%)
	0	25	50	75	100		
MS ²	63,9	65,1	65,8	63,9	65,8	64,9	2,9
MO ³	65,0	66,3	66,9	64,8	66,6	65,9	2,8
PB ⁴	70,2	71,7	72,5	71,8	73,1	71,9	2,5
EE ⁵	45,3	45,2	44,4	45,9	43,4	44,8	6,0
FDN ⁶	52,7	54,4	55,4	53,0	55,4	54,2	5,4
CT ⁷	64,4	65,7	66,3	64,0	65,9	65,2	2,9
CNF ⁸	86,8	87,1	87,4	86,1	86,8	86,8	0,8

¹0, 25, 50, 75 e 100: respectivamente, níveis de substituição do milho por polpa cítrica peletizada nas rações concentradas; ²matéria seca; ³matéria orgânica; ⁴proteína bruta; ⁵extrato etéreo; ⁶fibra em detergente neutro; ⁷carboidato total; ⁸carboidato não fibroso; ⁹coeficiente de variação.

Henrique et al. (2003) avaliaram a substituição de milho por polpa cítrica em ovinos, utilizando uma relação volumoso:concentrado de 80:20, e observaram efeito linear positivo para a digestibilidade da proteína bruta, no entanto, os valores por eles observados foram ligeiramente inferiores (média 65,3% de digestibilidade da PB). Este resultado indica que houve aproveitamento da proteína com o aumento da polpa cítrica na dieta, o que pode ser atribuído ao efeito associativo entre os ingredientes das dietas com a inclusão da polpa cítrica, ou ainda, a modificação do ambiente ruminal, a qual permitiu a melhora dos padrões de fermentação e, conseqüentemente, maior aproveitamento da PB. No entanto, Bhattacharya e Harb (1973) relataram diminuição da digestibilidade da PB, com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta até 60% da matéria seca.

A digestibilidade aparente do extrato etéreo foi inferior aos reportados por (FEGEROS et al. 1995; BUENO et al. 2002; HENRIQUE et al. 2003,) sendo similar aos resultados Bhattacharya e Harb (1973). Essa variação justifica-se pela reduzida concentração dessa fração nas dietas experimentais.

Os coeficientes de digestibilidade da FDN corroboram com os valores reportados por Rodrigues et al. (2008), que encontraram valores de 48 a 61% em dietas para ovinos confinados recendo dietas com elevada proporção de concentrado (90%). Contudo, estes autores destacaram melhorias na digestibilidade da FDN conforme houve inclusão de polpa cítrica na dieta, fato este não detectado, vale destacar aqui que as dietas utilizadas pelos autores eram diferentes por consistir em 90% de concentrados, assim era de se esperar teores de digestibilidade de FDN superiores, devido a baixa participação deste componente nas dietas. Por outro lado há na literatura trabalhos que assim como este não ocorreram diferenças na digestibilidade das frações fibrosas (HIGHFILL et al., 1987 e BROWN & JOHNSON 1991). Ben-Ghedalia et al. (1989) verificaram alta digestibilidade da FDN da dieta contendo polpa cítrica quando avaliaram o efeito do amido ou da pectina sobre a digestão de ovinos. Esses autores atribuíram esse efeito à qualidade da parede celular da polpa cítrica.

As digestibilidade dos CT demonstrou índice próximo ao da MS, fato este esperado visto que os consumos de ambos também não foram influenciados pela adição de polpa cítrica peletizada nas dietas. O coeficiente de digestibilidade dos CNF é considerado muito alto, mas fato este desejável visto que esta fração é facilmente degradada no ambiente ruminal. A digestibilidade do CNF esteve próximo ao valor máximo reportado por Detmann et al. (2006) que foi de 89,9%.

Os teores e o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados e preditos, assim como o consumo de energia líquida de manutenção estão descritos na Tabela 8.

O NDT predito em média foi 5% a mais que o NDT estimado, aliado ao fato de ter ocorrido efeito linear negativo ($p < 0,05$) para o NDT predito fato não ocorrido com o NDT observado. Assim pode-se afirmar que a equação de Weiss et al. (1998) embora tenha sido desenvolvida para bovinos em clima temperado a equação tem uma boa acurácia, mas no entanto ela superestima o NDT dos alimentos nas condições tropicais, fato este também constatado por França (2010) ao avaliar os efeitos da substituição de milho por resíduo de panificação na dieta para ovinos e Henrique et al. (2003) ao avaliar dietas para ovinos elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada.

O teor e o consumo de energia líquida de manutenção não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de substituição, com valores médios de 1,50 Mcal/g e 18,48 Mcal/g de MS para energia líquida consumida. França (2010) e Zeoula et al. (2003), também não observaram efeito da substituição no consumo de ELM.

Tabela 8 - Médias, equações de regressão e coeficiente de variação (CV%) obtidos para os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de manutenção (ELM), consumos de NDT (CoNDT) e de energia líquida de manutenção (CoELM)

Variável	Nível de Substituição ¹ (%)					Regressão	CV (%)
	0	25	50	75	100		
NDT ² (%)	62,09	63,09	63,60	61,52	63,01	$\hat{Y} = 62,66$	2,85
NDT ³ (%)	67,15	66,34	66,15	66,21	65,73	A	0,60
ELM ⁴ (Mcal/g)	1,52	1,50	1,50	1,50	1,49	$\hat{Y} = 1,50$	0,63
CoNDT ⁵ (g/dia)	711	725	725	720	713	$\hat{Y} = 719$	3,44
CoELM ⁶ (Mcal/g)	18,68	18,53	18,29	18,76	18,13	$\hat{Y} = 18,48$	2,75

¹0, 25, 50, 75 e 100: respectivamente, níveis de substituição do milho por polpa cítrica peletizada nas rações concentradas; ²NDT: NDT estimado (Sniffen et al., 1992); ³NDT: NDT predito (Weiss et al., 1998); ⁴ELM = Energia líquida para manutenção; ⁵CoNDT: consumo de NDT ⁶CoELM = consumo de Energia líquida para manutenção; ^a $\hat{Y} = 67,21 - 0,29X$ ($R^2 = 81,70$).

Não houve diferença ($p>0,05$) para o índice pH, assim como, para as concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal (Tabela 9). Os valores de pH do líquido ruminal dos animais alimentados com as diferentes dietas são decorrentes da relação volumoso:concentrado utilizada (60:40), uma vez que o volumoso estimula a ruminação e, conseqüentemente, a produção de saliva que atua como tampão evitando variações do pH. A manutenção do pH nas dietas contendo níveis de substituição de milho por polpa cítrica peletizada é decorrente da degradação de dietas ricas em pectina, aumenta a relação acetato:propionato e diminui a produção de ácido láctico, o que reflete em menor decréscimo do pH ruminal em animais mantidos com dietas contendo polpa cítrica peletizada (FEGEROS et al., 1995). Os valores de pH estão acima do indicado por Mould et al. (1983) para evitar decréscimo na digestão da fibra (pH>6,2). Embora possa ter ocorrido risco de contaminação de saliva, devido ao método de coleta, ele foi minimizado, pois segundo Oliveira et al. (2005) a concentração de pH inferior a sete indica que houve pouca contaminação de saliva pelo método de coleta.

Tabela 9 - Índice pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal segundo níveis de substituição de milho por polpa cítrica

Parâmetro	Nível de inclusão ¹					média	CV ²
	0	25	50	75	100		
pH	6,56	6,61	6,67	6,64	6,52	6,60	2,30
N-NH ₃ (mg/dL)	26,38	25,25	30,90	30,14	30,90	28,71	15,99

¹0, 25, 50, 75 e 100: respectivamente, níveis de substituição do milho por polpa cítrica peletizada nas rações concentradas; ²Coefficiente de variação (%).

As concentrações de N-NH₃ estiveram dentro da faixa considerada ótima para que se obtivessem condições de se atingir a máxima fermentação microbiana em ruminantes (15 a 29 mg/100 dL) e que não influencie negativamente na degradação da fibra da forragem (PRESTON, 1986). A manutenção das concentrações de N-NH₃ no rúmen favorece o crescimento das bactérias fibrolíticas, melhorando a digestão da fibra, uma vez que essas bactérias utilizam N-NH₃ como fonte de nitrogênio (RUSSELL et al., 1992). Os valores encontrados estão abaixo daquele reportado por Owens e Zinn (1988), citados por Benez (2007) considerado como limite máximo para não levar o animal a quadros de intoxicação (100 mg/dL).

A maioria das bactérias ruminais é capaz de utilizar $N-NH_3$ como fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana, mas a fermentação ruminal da proteína, frequentemente, produz mais $N-NH_3$ que os microrganismos podem utilizar (SILVEIRA et al. 2002). O processo de captação de nitrogênio do meio, na forma de amônia é realizado por dois mecanismos enzimáticos: o primeiro é chamado de glutamato sintetase e não requer energia; o segundo, chamado de glutamamina sintetase, exige ATP, e é mais amplamente utilizado com baixos níveis de amônia no meio (ERFLE et al., 1977). Desta forma, a amônia liberada no processo de fermentação de aminoácidos, juntamente com o N amoniacal presente no meio pode ser incorporado novamente ao processo, na forma de proteína. Porém, em condições normais, a produção de amônia no rúmen, muitas vezes, excede a sua capacidade de utilização, ocorrendo acúmulo e posterior remoção do ambiente ruminal, principalmente via difusão, podendo posteriormente retornar ao rúmen ou ser perdida como uréia via urina (RUSSELL et al., 1991; COELHO da SILVA, 1992). Segundo RUSSELL et al. (1992) quanto maior for a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia e possivelmente, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia.

Devido a polpa cítrica peletizada apresentar uma sincronia entre as frações compostos nitrogenados e carboidratos, acredita-se assim, que perdas de nitrogênio e energia foram reduzidas, aumentando a produção de microrganismos ruminais e contribuindo para a degradação dos nutrientes.

5 CONCLUSÕES

A substituição do milho pela polpa cítrica peletizada nas dietas aumentou os teores das frações de carboidratos e proteínas não degradadas pela microbiota ruminal. Houve maior predominância nas dietas das frações de degradação lenta e intermediária para carboidratos e compostos nitrogenados, respectivamente.

A polpa cítrica pode substituir o milho da dieta de ovinos sem promover redução no consumo ou na digestibilidade de nutrientes, ou alterações no pH e nas concentrações de N-NH₃ do líquido ruminal.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000
- ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1937-1944, 2003.
- AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R. Citrus and vegetable products for ruminant animals. In: **Proceedings, Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle**, St Louis, MO, 1991, p.103-110.
- ARTHINGTON J.D.; KUNKLE W.E.; MARTIN A.M. Citrus pulp for cattle. **Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.** v.18, n.2, p.317-326, 2002.
- ASSIS, J. A.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 1. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.242-250, 2004.
- BAMPIDIS, V. A.; ROBINSON, P. H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.128, p. 175-217, 2006.
- BENEZ, A. L. C. Parâmetros ruminais e consumo voluntário de feno de *Brachiaria decumbens* Stapf por bovinos recebendo suplementação protéico-energética. **Dissertação de mestrado**, Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2007, 56 p.
- BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J. The effects of starch and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science Technology**, v.24, p.289-298, 1989.
- BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p.1175-1180, 1973.
- BROWN, W.F.; JOHNSON, D.D. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.348-357, 1991.
- BUENO, M. S.; FERRARI JR, E.; BIANCHINI, D.; et al. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. **Small Ruminant Research** v.46, p.179-185, 2002.
- CABRAL, L. S.; SANTOS, J. W.; ZERVOUDAKIS, J.T.; et al. Consumo e eficiência alimentar em cordeiros confinados. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.4, p. 703-714, 2008

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; et al. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.

CARVALHO, M.P. Citrus. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 6., Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba:FEALQ, 1995. p.171-214.

CHEN, M. C.; AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R.; et al. Citrus condensed molasses solubles as an energy source for ruminants. **Journal of Animal Science**, v.. 53, n. 1, 1981.

COELHO da SILVA, J.F. **Proteína na nutrição de ruminantes**. Informe Agropecuário, v.16 (175), p.9-15, 1992.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba. Ed. Livroceres, 1979, 384p.

CULLEN, A. J., HARMON, D. L., NAGARAJA, T. G. "In vitro fermentation of sugars, grains and by-product feeds in relation to initiation of ruminal lactate production". **Journal of Dairy Science** - v. 69, p. 2616-2623, 1986.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T.; et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006.

DULPHY, J.P.; DEMARQUILY, C. The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. **Livestock Production Science**, v.39, n.1, p.1-12, 1994.

DUTRA, A.R.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n. 4, p.787-796, 1997.

ERFLE, J. D., SAUER, F.D., MAHADEVAN, S. Effect of ammonia concentration on activity of enzymes of ammonia assimilation and on synthesis of amino acids by mixed rumen bacteria in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, 60: 1064-1072, 1977.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S. et al. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.5, p.1116-1121, 1995.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAOSTAT**: FAO statistical database. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#anchor> Acesso em: 8 jun. 2009.

FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Guiford: Biddles. 1995. 532p.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3578 - 3596, 1992.

FRANÇA, Almira Biazon. **Resíduo de Panificação na Alimentação de Ovinos**. 2010. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T.; GOMIDE, C. A.; et al. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grãos no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p.2109-2118, 2000.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S. et al. Desempenho de cordeiros santa inês puros e cruzas santa Inês com texel, ile de france e bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1591-1603, 2004.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; et al. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum**, v. 29, n. 3, p. 291-299, 2007.

GRANT, R.J., MERTENS, D.R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2762-2768, 1992.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.174-182, 2007.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. M.; et al. Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.463-470, 2004.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R. et al. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.2007-2015, 2003.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M. **Polpa de citros na alimentação de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2001. 59p.

HIGHFILL, B.D.; BOGGS, D.L.; AMOS, H.E. et al. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. **Journal of Animal Science**, v.65, n.1, p.224-234, 1987.

ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. et al. Composição e Digestibilidade Aparente da Silagem de Bagaço de Laranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1485-1490, 2000.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, v. 73, p. 2774-2790, 1995.

MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26(6), p.1243-1251, 1997.

MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27 (4), p.790-796, 1998.

MALAFAIA, P.A.M., VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes. **Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes**, Lavras-MG, p. 29-54, 1997.

MENDES NETO, J.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo, digestibilidade, desempenho, desenvolvimento ponderal e economicidade de dietas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85 para novilhas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.626-634, 2007.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality, Evaluation, and Utilization** (G.C. Fahey, Jr., ed.). Am. Soc. Agron., Madison, WI, p. 450-493, 1994.

MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. Estimating metabolizable and net energy of feeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FEED COMPOSITION, ANIMAL NUTRIENT REQUIREMENTS, AND COMPUTERIZATION OF DIETS, 1., 1967, Logan. **Proceedings...** Logan: Utah State University, 1976. p.232-237.

MOREIRA, A. L.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; et al. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim-coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3, p.1099-1105, 2001.

MORENZ, M.J.F. **Avaliação do modelo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) na estimativa do consumo de matéria seca e da produção de leite de vacas mestiças em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum schum.*, cv. napier).** 2004. 221f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacases, 2004.

MOULD, F.L.; ØRSKOV, E.R.; MANNING, O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, p.15-30, 1983

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids.** Washington: National Academic, 362p, 2007.

NEVES, M. F.; JANK, M. S.; LOPES, F. F. et al. **Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil: A agenda 2015.** São Paulo – SP, 2006, 89p. disponível em: http://www.fundace.org.br/arquivos_diversos/agenda_estrategica/Agenda_Citrus_2015_PEN_SAICONE.pdf Acesso em 05 de junho de 2009.

NOCEK, J., RUSSELL, J. B. Protein and carbohydrate as an integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribution and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598-3629, 1991.

OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; FREITAS, A.W.P.; et al. Parâmetros ruminais, sanguíneo e urinário e digestibilidade de nutrientes em novilhas leiteiras recebendo diferentes níveis de monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.6, p.2143-2154, 2005.

O'MARA, F.P.; COYLEA, J.E.; DRENNAN, M.J.; et al. A comparison of digestibility of some concentrate feed ingredients in cattle and sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 81, p. 167-174, 1999.

ØRSKOV, E.R.; TYLE, M. **Energy nutrition in ruminants.** Cambridge: Elsevier Science Publishers. 1990. 146p.

PEDREIRA, C.G.S. et al. Condições edafoclimáticas para produção de *Cynodon* spp. In: PEIXOTO, A.M. et al. Anais do manejo de pastagens de Tifton, Coast-cross e Estrela. 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998, p. 85-114.

PEREIRA, M. S.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. et al. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.134-139, 2008.

PIQUER, O.; RÓDENAS, L.; CASADO, L.; et al. Whole citrus fruits as an alternative to wheat grain or citrus pulp in sheep diet: Effect on the evolution of ruminal parameters. **Small Ruminant Research**, v. 83, p. 14–21, 2009.

PORCIONATO, M. A. F.; BERCHIELLI, T. T.; FRANCO, G. L. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.258-266, 2004.

PRESTON, T.R. Analytical methods for characterizing In: feed resources for ruminants. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines. A practical manual for research workers.** Rome: FAO, 1986. 106p.

PRESTON, T.R. Biological and chemical analytical methods. In: Preston TR. (Ed.) **Tropical animal feeding: a manual for research workers**. Rome: FAO 1995, p. 191-264.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; FILHO, S.C.V.; et al. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.589-595, 2001.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; et al. C. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1869-1875, 2008. a

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; et al. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, v.38, n. 3, p.789-794, 2008. b

RUSSELL, J. B., ONODERA, R., HINO, T. Ruminant protein fermentation: News perspectives on previous contradictions. . In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York, Academic Press, p. 681-697, 1991.

RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992

SANTOS, G. D. G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, U. C. J. C.; et al. Determinação das frações de proteína e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em idades ao corte. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 789-794, 2001.

SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002, 156p.

SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; FREITAS, D.; et al. Fermentação e Degradabilidade Ruminal em Bovinos Alimentados com Resíduos de Mandioca e Cana-de-Açúcar ensilados com Polpa Cítrica Peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.793-801, 2002.

SNIFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

TERRY, R. A.; TILLEY, J. M. A.; OUTEN, G. E. Effect of pH on cellulose digestion under in vitro conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.20, p.317, 1969.

Van SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Ithaca, New York: Cornell, 1994. 476p.

VÉRAS, R.M.L.; FERREIRA, M.A.; ARAÚJO, C.V. et al. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas de ovinos em crescimento. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.249-256, 2005.

WALDO, D.R. Symposium: forage utilization by the lactating cow. Effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.617-631, 1986.

WANDER, A. E.; VASCONCELOS, V. R.; ROGÉRIO, M. C. P. Viabilidade econômica do acabamento de cordeiros deslanados em pastagens cultivadas dos capins gramão e tanzânia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo, RS. **Equidade e eficiência na agricultura brasileira: anais**. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2002. 7 f. 1 CD ROM.

WEISS, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **Animal Feed Science Technology**, v.81, p.830-839, 1998.

WING, J. M. **Citrus feedstuffs for dairy cattle**. Gainesville: Florida Agricultural Experimental Station, 1982. (Bulletin, 829).

ZEOULA, L.M., CALDAS, S.F., GERON, L.J. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*manihot esculentacrantz*) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.