

Mylene Müller¹
Ivanor Nunes do Prado²

**METABOLISMO DA PECTINA EM ANIMAIS
RUMINANTES – UMA REVISÃO**

RESUMO: As pectinas são substâncias encontradas em subprodutos da indústria de extração de sucos de frutas — como a polpa de laranjas e maçãs — e da extração de açúcar — como a polpa de beterraba —, e fazem parte dos componentes da parede celular, atuando como cimento entre as células. A pectina é o único componente da parede celular que é completamente e rapidamente fermentável e, portanto, não é uma substância lignificada. Outra grande vantagem é que a fermentação da pectina não produz ácido láctico no ambiente ruminal, resultando em características fermentativas semelhantes às espécies forrageiras e contrárias aos açúcares que são rapidamente fermentados a lactato. Em virtude dessas características benéficas, a inclusão de subprodutos ricos em pectina na dieta de animais ruminantes poderá melhorar a digestibilidade da maioria dos nutrientes, por proporcionar um ambiente ruminal saudável, ao contrário do que ocorre com fontes ricas em amido, cujo padrão de fermentação diminui o pH ruminal, tornando os ruminantes propensos a distúrbios metabólicos como a acidose ruminal e o timpanismo, em sistemas intensivos.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição de ruminantes; Polpa de citrus; Rúmen.

Data de recebimento: 26/09/03. Data de aceite para publicação: 01/02/05.

¹ Doutora em Zootecnia. Professora Adjunta da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Endereço eletrônico: mylenemuller@yahoo.com.br.

² Pós-Doutor em Zootecnia. Professor Titular do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá. Endereço eletrônico: inprado@uem.br.

SUMMARY: The pectins are substances found in by-products of the industry of fruit juice extraction – like the pulp of oranges and apples – and sugar extraction – like the beet pulp. The pectins are part of the components of the cellular wall, acting as a cement between the cells. The pectin is the only component of the cell wall that is completely and rapidly fermentable and, therefore, it is not linked with lignin. Another great advantage is that the fermentation of the pectin does not produce lactic acid in the ruminal environment, resulting in fermentation characteristics that are similar to the roughage species and contrary to sugars, which are quickly fermentable by lactate. In virtue of these beneficial characteristics, the inclusion of by-products rich in pectin in the diet of ruminant animals can improve the digestibility of most nutrients, because of the appropriate ruminal environment created. This result is the opposite of what occurs with rich sources of starch, whose fermentation pattern decreases ruminal pH, and so the ruminants in intensive systems become inclined to metabolic problems such as ruminal acidity and timpanism.

KEYWORDS: Ruminant nutrition; Citrus pulp; Rumen.

1. INTRODUÇÃO

As substâncias pécicas podem ser encontradas naturalmente em todas as frutas e plantas, mas estão presentes abundantemente em subprodutos da indústria de obtenção de sucos de frutas (polpa de laranjas, maracujás e maçãs) e resíduos da obtenção de açúcar (polpa de beterraba). Apresentam concentração média em leguminosas, e baixa em gramíneas (VAN SOEST, 1994; VAN SOEST et al., 1991). Nas frutas, as substâncias pécicas estão localizadas na parede celular parenquimatosa e nas células que possuem seiva (GOODWIN & MERCER, 1988).

As células das plantas contêm citoplasma circundado pela membrana plasmática ou plasmalema. As paredes são elaboradas por células adjacentes formadas por polissacarídeos e cimentadas através de uma camada comum central, chamada de lamela média (GRENET & BESLE, 1991). Existem três camadas principais distinguidas na parede de uma célula madura: a lamela média, a parede celular primária e a parede celular secundária. A lamela média é formada principalmente de pectina, exceto em tecidos lignificados que contêm lignina. Nos tecidos, é difícil diferenciar a lamela média da parede celular primária. Entretanto, com o passar do tempo pode tornar-se lignificada (GRENET & BESLE, 1991).

As pectinas são encontradas principalmente na lamela média e o seu conteúdo decresce da parede celular primária para a secundária. Atuam como cimento entre as células (VAN SOEST, 1994) e entre outros compostos da parede celular e são dez vezes menos concentrados nas monocotiledônias do que dicotiledônias (maçãs, beterraba, casca de limão), podendo alcançar mais do que 20% da matéria seca (MS) de alguns tecidos (GRENET & BESLE, 1991). Desta maneira, o conteúdo de pectina nas leguminosas é mais elevado do que nas gramíneas, nas quais é tão baixo que, freqüentemente, é ignorado nas análises (VAN SOEST, 1994).

2. ESTRUTURA QUÍMICA

As pectinas também podem ocorrer em algumas plantas produtoras de sucos. Os componentes mais abundantes dos polissacarídeos pécticos são os ácidos poliurônicos. No caso de plantas, esses polímeros são constituídos principalmente de resíduos de ácido a-D galacturônico e sendo menos acompanhados de arabinanas neutras e de galactanas (GOODWIN & MERCER, 1988).

Os ácidos poliurônicos da parede celular de plantas são compostos principalmente de cadeias não ramificadas, na qual o resíduo mais abundante é o ácido D-galacturônico. O grupo carboxil de cada ácido D-galacturônico pode existir dentro da parede em qualquer um dos três estados: esterificado com metanol para dar um grupo carboximetil, formar sais com certos íons metais, particularmente com o cálcio, ou ainda permanecer sem modificações (GOODWIN & MERCER, 1988).

As substâncias pécticas que fazem parte dos componentes da parede celular apresentam baixo peso molecular (20,000 a 360,000 daltons). Os principais polímeros de ácido péctico comumente encontrados são ramnogalacturonas formados por ligações a 1-4 de ácido D galacturônico com resíduos de ramnose no esqueleto da cadeia com uma relação de 1 para 2-12 ácido galacturônico. As ligações de ácido galacturônico no C1 e C2 da ramnose resultam na característica forma inclinada (GRENET & BESLE, 1991) e helicoidal do polímero, por produzir uma rotação abrupta da estrutura molecular (VAN SOEST, 1994).

De uma forma geral, a pectina é encontrada em duas formas: ácido péctico (não contém grupos metoxil), ácido pectínico ou pectina (capaz de formar géis) e protopectina (a substância “mãe” do ácido hidrolizável). Essas substâncias pécticas ocorrem em todos os tecidos

das plantas e são caracterizadas quimicamente pela presença de núcleos de ácido galactourônico na estrutura molecular. A molécula de pectina consiste de uma longa cadeia variando em comprimento de unidades de ácido galactourônico parcialmente metilados. As características da pectina são determinadas pelo seu peso molecular, grau de esterificação e quantidade de material acompanhante (HENDRICKSON et al., 1965).

Nos resíduos do ácido galacturônico, a quantidade de grupos carboxi esterificados sob a forma metil ésteres varia segundo a espécie de planta e o processo de extração das pectinas. Como no amido, as pectinas de cadeia básica do polímero estão unidas por ligações do tipo a 1-4, diferenciando-se desse pela posição no eixo da ligação no carbono 4 e pelo fato de que as pectinas não são atacadas pelas amilases produzidas pelas aves e mamíferos (VAN SOEST, 1994). Geralmente, as formas ionizadas, tal como ácido péctico, são solúveis, a não ser que formem sais insolúveis, como em pectato de cálcio (VAN SOEST, 1994).

Dentre as propriedades físicas e químicas da parede celular, as mais importantes são: solubilidade, capacidade de retenção de água, capacidade de ligar-se aos sais biliares, efeito tamponante e, finalmente, a capacidade de troca catiônica (VAN SOEST, 1994). Sendo que uma das propriedades da pectina é possuir uma alta troca de cátions, pelo menos na forma desmetilada (VAN SOEST et al., 1991), contribuindo para um ambiente ruminal favorável. Desta forma, a pectina é o único componente da parede celular que é completamente e rapidamente fermentável e, portanto, não é, em contraste com a hemicelulose, uma das substâncias lignificadas da matriz (VAN SOEST et al., 1991). 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).

Devido às suas características físicas e químicas e aos resultados das avaliações nutricionais, as polpas de *citrus* e de beterraba vêm recebendo grande atenção como subprodutos potenciais a serem incorporados às dietas de ruminantes substituindo parcialmente ou totalmente os grãos de cereais. Dentre estas, a polpa de *citrus* será mais abordada, devido à sua maior disponibilidade no Brasil.

3. DIGESTIBILIDADE DAS FONTES DE PECTINA

Fegeros et al. (1995) encontraram valores de digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE, FB, e ENN de 78,6; 87,2; 52,7; 82,0; 93,2 e 83,1%, respectivamente, na PCS, em ovelhas, cujas rações consistiam de 800g de feno e 75, 150, 225, 300, 375, e 450g de polpa de *citrus*. Entretanto, Santos et al. (1999) encontraram valores altos de 96,12% e 98,53% de digestibilidade *in vitro* da MS e da parede celular, respectivamente, do bagaço de laranja.

Menezes Jr. et al. (2000a,b), ao testarem dois tipos de processamento de grãos de milho (floculado ou moído grosso) e sua substituição por 50% polpa de *citrus* peletizada em vacas da raça Holandês alimentadas com silagem de milho, observaram que a inclusão parcial de polpa de *citrus* (PC) utilizada na dieta não afetou o consumo de MS e de matéria orgânica (MO) e as digestibilidades de amido e proteína bruta. No entanto, as digestibilidades aparentes da FDN e FDA foram maiores, causando efeito benéfico no desempenho de vacas de leite. Resultados semelhantes foram observados por Bhattacharya & Harb (1973) realizando um experimento com ovinos, utilizando ração controle com 60% de milho e as rações com PC substituíram o milho em 33, 66 e 100%, indicando que a polpa de *citrus* é mais digestível que a do milho.

Conduzindo experimento com bovinos de corte, Pinheiro et al. (2000) testaram os efeitos dos níveis de substituição do milho (40, 60, 80 e 100%) pela polpa de *citrus* peletizada sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB) e fibra em detergente neutro (CDFDN), utilizando cinza insolúvel em ácido, como indicador interno. Os autores observaram que quando a polpa de *citrus* substituiu 40 e 100% do milho, os CDMS, CDMO, CDEB e CDFDN foram semelhantes, mas maiores do que os níveis de 60 e 80% de substituição. Da mesma forma, os coeficientes de digestibilidade (CD) da MS obtidos por Bhattacharya & Harb (1973) não apresentaram diferenças entre os tratamentos, mesmo nos níveis mais elevados (60%) de polpa de *citrus* na ração de ruminantes e esses variaram de 75 a 81%. Schaibly & Wing (1974) observaram que a substituição do milho em grão pela polpa de *citrus* proporcionou aumento significativo de 63,9 para 75% na digestibilidade da MS.

Por outro lado, Esteves et al. (1987) constataram aumento na digestibilidade da PB e EB à medida que aumentava a substituição da

espiga de milho desintegrada com palha e sabugo pela polpa de *citrus*, discordando dos resultados obtidos por Bhattacharya & Harb (1973), uma vez que os dados referentes à proteína apresentaram comportamento inverso aos de fibra bruta. Os CDPB variaram de 68% a 77%, sendo que o CDPB da ração com 60% de PC foi menor do que as outras rações, evidenciando digestibilidade inferior ao milho. O mesmo ocorreu com a digestibilidade da energia, extrato etéreo e extrativo não nitrogenado sendo menor ao nível de 60% de incorporação da PC. Bruno Filho et al. (2000) realizando um experimento para avaliar a digestibilidade de dois tipos de polpa cítrica peletizada: normal e queimada, e dois níveis de inclusão na dieta: 40 e 60%, utilizando 10 bovinos, através da metodologia da coleta total de fezes, não observaram diferenças significativas quando se comparou a digestibilidade aparente das rações experimentais em relação à variável nível de inclusão (40 e 60%) e também não encontraram interação entre o tipo de polpa e o nível de inclusão. Porém, a inclusão de polpa cítrica nas dietas aumentou os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, quando comparados com a ração testemunha, mostrando que a polpa cítrica, independentemente do tipo (normal ou queimada) aumenta a densidade energética das rações, podendo ocorrer ganhos em produtividade, exceto na PB, pois, aumentando o nível de polpa cítrica na dieta, diminuiu-se o coeficiente de digestibilidade deste nutriente. Desta forma, a inclusão de polpa de *citrus* nas rações poderá melhorar a digestibilidade da maioria dos nutrientes, exceto os da proteína bruta, e as rações com polpa cítrica peletizada normal apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

Zhao et al. (1996), investigando os efeitos da inclusão de 0, 20, 30 e 40% de polpa de beterraba em substituição ao farelo de arroz no sítio e na extensão da digestão do carboidrato e utilização do N no trato digestivo de novilhos, observaram que a digestibilidade *in vivo* da MO, carboidratos totais (CHOT), FDN, FDA, celulose e hemicelulose no rúmen, decresceram linearmente com o aumento do nível de farelo de arroz (FA). Em relação à dieta controle, a digestibilidade ruminal dos CHOT foi maior na dieta com baixa % de FA. No entanto, a digestibilidade dos carboidratos não estruturais (CNS) no rúmen foi maior na dieta com baixa concentração de FA.

4. METABOLISMO RUMINAL DAS FONTES DE PECTINA

Alguns autores (CULLEN et al., 1986; STROBEL et al., 1986; VAN SOEST et al., 1991; VAN SOEST, 1994) relatam que o uso da polpa cítrica na dieta favorece as condições ruminais quando comparado com o uso de concentrados ricos em amido, cujo padrão de fermentação diminui o pH ruminal tornando o animal propenso a distúrbios metabólicos e alterações na composição do leite.

A polpa de *citrus* peletizada é rica em pectina, um carboidrato altamente degradável no rúmen, promovendo um padrão de fermentação ruminal mais adequado, semelhante a dietas a base de volumosos. O conhecimento da utilização da polpa de *citrus* peletizada como fonte de energia em substituição a uma fonte de amido convencional, em dietas para vacas leiteiras, pode ajudar na viabilização da sua adoção como alternativa em sistemas intensivos de produção. Desta forma, o estudo dos parâmetros de fermentação ruminal e composição do leite nos tratamentos com polpa de *citrus* peletizada é de grande importância para que se possa estabelecer limitações e benefícios da utilização desta fonte de energia em substituição ao amido da dieta (VAN SOEST, 1994; VAN SOEST et al., 1991).

Porcionato et al. (2000) analisando os parâmetros ruminais de animais recebendo a polpa cítrica peletizada normal, com dois níveis de inclusão na dieta (40 e 60%), através da degradação *in situ* da MS e da FDN, utilizando oito bovinos mestiços (holandês x zebu) canulados no rúmen, observaram que no nível de substituição de 40%, a polpa de *citrus* propiciou melhores degradações da MS e FDN em relação a 60% de inclusão. Avaliando a degradabilidade *in situ* das silagens de bagaço de laranja e de milho oferecidas a quatro vacas adultas fistuladas no rúmen, Ítavo et al. (2000) constataram que o valor da fração potencialmente degradável (b) da porção fibrosa da silagem de bagaço de laranja foi acima de 90%, enquanto que a silagem de milho foi 68%, indicando o elevado potencial de utilização da porção fibrosa da silagem de laranja, também demonstrado pelos valores de degradabilidade efetiva dos componentes estudados. Isso sugere que o alimento poderá ter pouca permanência no ambiente ruminal, até que atinja seu máximo potencial de degradação. Logo, a silagem de bagaço de laranja propiciou melhor cinética ruminal de degradação do que a silagem de milho, normalmente utilizada no arraçãoamento dos rebanhos leiteiros, indicando que o subproduto da indústria de suco de laranja pode ser utilizado nas dietas desses animais a fim de melhorar sua qualidade.

Estudando os efeitos de dois tipos de processamento do grão de milho (milho moído grosso e milho floculado), juntamente com a inclusão ou não de polpa de *citrus* peletizada, na dieta de vacas leiteiras, Menezes Jr. et al. (2000) constataram que a inclusão de polpa de *citrus* não afetou o consumo de MS e o pH ruminal, mas aumentou a concentração de acetato ruminal. Além disso, a inclusão de polpa de *citrus* aumentou a eficiência alimentar, o percentual e a produção de gordura no leite, alterando o perfil de fermentação ruminal. A combinação de milho floculado e polpa de *citrus* peletizada, em dietas contendo silagem de milho como volumoso, parece ser o mais indicado, pois resultou em menor concentração de amônia ruminal (indicando efeito positivo na síntese microbiana), alta produção de leite, maior eficiência alimentar e melhor composição do leite (gordura).

Assis et al. (2000a,b) avaliaram, no líquido ruminal de vacas da raça Holandês, os efeitos da substituição de 0, 33, 67, e 100% do milho pela polpa cítrica sobre o pH e nitrogênio amoniacal. A substituição do milho pela polpa cítrica não alterou os parâmetros ruminais, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Estes resultados estão de acordo com Bhattacharia & Harb (1973), que, ao substituírem o milho e feno fresco, respectivamente, pela polpa de *citrus*, não encontraram diferenças nos valores de pH ruminal. Entretanto, Schaibly & Wing (1974) substituindo a silagem de milho na dieta de carneiros pela polpa de *citrus*, observaram a diminuição do pH ruminal, porém os autores observaram que os valores atingidos foram maiores em relação a outros concentrados ricos em amido. Os mesmo autores observaram que a ração que continha somente volumoso manteve os níveis normais de ácido acético, mas o efeito do aumento da quantidade de PC na ração não reduziu a concentração de ácido acético, assim esperado com a adição de outros concentrados. Geralmente, a relação acético-propiónico é mantida quando a polpa de *citrus* é adicionada a dietas com somente volumoso. Associado a isso, a palatabilidade das rações contendo PC é comparável àquelas que contêm milho (BHATTACHARYA et al., 1973).

Zhao et al. (1996) ao fornecerem 0, 20, 30 e 40% de polpa de beterraba em substituição ao farelo de arroz (FA), constataram que a dieta com baixa concentração de FA teve maior concentração de ácidos graxos voláteis (AGV) totais e a sua proporção de acetato. Os mesmos autores observaram que o desaparecimento da MS da polpa de beterraba e do feno mostrou padrões similares nas dietas com subprodutos e foram levemente maiores. Em 48 horas de incubação ruminal, o desaparecimento da MS da polpa de beterraba e do feno foi em média

de 79,6% e 46,3%, respectivamente, em todas as dietas. Desta forma, a polpa de beterraba apresentou alto FDN digestível, na qual contribuiu com 42% e 23% do FDN total nas dietas com baixo e alto FA (ZHAO et al., 1996). A principal razão para isso é que a digestibilidade (VAN SOEST et al., 1991) e a degradação ruminal (NOCEK & TAMMINGA, 1991) da pectina apresentou valores altos, na polpa de beterraba. Belyea et al. (1989) analisaram a polpa de beterraba, e outros vários alimentos, e observaram que esses continham consideráveis quantidades de parede celular rapidamente digeridas (Tabela 1).

Ao contrário das espécies forrageiras, as quais usualmente têm maiores resíduos indigestíveis, estes subprodutos são menos aptos a impor limitações ao consumo. Muitos subprodutos contêm pouco ou nenhum amido e, quando incluídos em dietas altamente energéticas de vacas leiteiras, podem favorecer o pH ruminal, evitando decréscimo acentuado no pH ruminal durante a digestão, máxima atividade celulolítica e maior relação acetato: propionato (BELYEA et al., 1989).

TABELA 1 - Taxa e extensão de digestão da parede celular de vários alimentos

VARIÁVEIS	GLÚTEN MILHO	CASCA SOJA	POLPA BETERRABA	FARELO ARROZ	ALFAFA
PC inicial %MS	41	70	59	21	52
PCI %MS	7	9	36	13	36
PCPD %MS	34	61	23	7	23
PCPD inicial	0,83	0,87	0,39	0,33	0,39
Taxa de digestão	11,1	11,3	15,2	23,0	15,2

PC: parede celular; PCI: parede celular indigestível; PCPD: parede celular potencialmente degradável; Taxa de digestão: percentagem por hora (cf. BELYEA et al., 1989).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, os subprodutos com alta concentração de pectina possuem grande potencial para serem utilizados nas dietas de ruminantes, por apresentarem alta densidade energética. Associado a isso, possuem um tipo de fermentação favorável, sem a produção de ácido lático, ajudando a manter um ambiente ruminal favorável. Sendo

assim, grande parte dos trabalhos citada obteve resultados satisfatórios quanto à utilização de subprodutos ricos em pectina (polpa de *citrus* e polpa de beterraba), quando estes substituíram o grão de milho ou a silagem de milho na dieta de ruminantes. Outro fator decisivo é a redução de custos, pois o preço dos subprodutos nas regiões produtoras de suco é inferior ao grão de milho, alimento energético padrão para a formulação de dietas.

6. REFERÊNCIAS

ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. “Polpa de *citrus* em dietas de vacas em lactação. II- pH e amônia do rúmen”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p. 472, 2000a.

ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. “Polpa de *citrus* em dietas de vacas em lactação. I- produção e composição do leite”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p. 472, 2000b.

BELYEA, R. L., STEEVENS, B. J., RESTREPO, R. J., CLUBB, A. P. “Variation in composition of by-product feeds”. **Journal of Dairy Science** - v. 72, n. 09, p. 2339-2345, 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.

BRUNO FILHO, J. R.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P. et al. “Digestibilidade da polpa cítrica peletizada na alimentação de bovinos”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, . Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p. 400, 2000.

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.

ESTEVES, S. N.; MANZANO, A.; NOVAES, N. J. “Substituição da espiga de milho desintegrada com palha e sabugo pela polpa de *citrus* peletizada na engorda de bovinos Canchim”. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 16, n. 6, p. 507-516, 1987.

FEGEROS, K., ZERVAS, G., STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. "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.

GOODWIN, T. V.; MERCER, E. I. **Introduction to plant biochemistry**. 2 ed. Oxford: Pergamon Press, 1988.

GRENET, E.; BESLE, J. M. "Microbes and fibre degradation". In: JOUANY, J. P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: INRA. 1991.

HENDRICKSON, R.; KESTERSON, J. W. "By-products of Florida citrus: composition, technology, and utilization". **University of Florida Agricultural Experiment Stations**. Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville, bulletin n. 698, 1965.

ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. et al. "Degradabilidade das silagens de bagaço de laranja e de milho". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p. 376, 2000.

MENEZES JR., M. P.; SANTOS, F. A. P.; GUIDI, M. T. et al. "Efeito do processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica peletizada sobre a digestibilidade de nutrientes de vacas em lactação". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p.429, 2000a.

MENEZES JR., M. P.; SANTOS, F. A. P.; GUIDI, M. T. et al. "Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de *citrus* sobre os parâmetros ruminais e composição do leite de vacas holandesas". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p.474, 2000b.

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

PINHEIRO, A. D.; PRADO, I.N.; ALCALDE, C. R. et al. "Níveis de substituição do milho pela polpa de *citrus* peletizada sobre a digestibilidade aparente em bovinos mestiços". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p. 465, 2000.

PORCIONATO, M.A.F.; BERCHIELLI, T.T.; FRANCO, G.L. et al. "Avaliação dos parâmetros ruminais da polpa cítrica peletizada. 1-Degradação da MS e FDN". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa: 2000. p. 347, 2000.

SANTOS, G.T.; ÍTAVO, L.C.V.; JOBIM, C.C. et al. "Digestibilidade *in vitro* da silagem de bagaço de laranja pelo método da AKOMÔ- Avaliação da quantidade de material utilizado". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. Porto Alegre/RS. **Anais**...Porto Alegre: 1999. p. 294, 1999.

SCHAIBLY, G. E., WING, J. M. "Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations". **Journal of Animal Science** - v. 38, n. 3, p. 697-701, 1974.

STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. "Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria". **Journal of Dairy Science** - v. 69, p. 2941-2953, 1986.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. "Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition". *Journal of Dairy Science* - v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

ZHAO, Y.; TANIGUCHI, K.; OBITSU, T. "Effects of high by-product diets containing rice bran and beet pulp on the site and extent of digestion and microbial synthesis in steers". **Journal of Animal Science** - v. 9, n. 6, p. 655-665, 1996.

Unioeste
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
— www.unioeste.br —
REVISTA VARIA SCIENTIA
Versão eletrônica disponível na internet:
www.unioeste.br/saber

V A R I A
S C I E N T I A