

Influência da Adição de Pectina e Farelo de Soja sobre a Digestibilidade Aparente de Nutrientes, em Equinos¹

Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira², José Augusto de Freitas Lima³, Kleber Vilela Araújo⁴, Elias Tadeu Fialho³, Antônio Gilberto Bertechini³, Juan Ramón Olalquiaga Pérez³, Rilke Tadeu F. Freitas³

RESUMO - O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência da adição de pectina e farelo de soja sobre a digestibilidade aparente de nutrientes, em equinos. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2, sendo quatro níveis de pectina (0, 1, 2 e 3% da MS do feno de *coastcross* consumido) e a adição ou não de farelo de soja, totalizando oito tratamentos, com quatro repetições. As variáveis estudadas foram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), hemicelulose (CDAHFM), energia bruta (CDAEB) e a energia digestível (ED). A adição de pectina não afetou o CDAMS, CDAFDN, CDAFDA, CDAEB e nem a ED; porém melhorou o CDAPB, no nível de 1,25%, e o CDAHFM, em todos os níveis utilizados. Concluiu-se que a adição de 1,25% de pectina à dieta melhorou a digestibilidade aparente da PB e a adição de 3% de pectina proporcionou a melhor digestibilidade aparente da hemicelulose. A adição de farelo de soja à dieta, com o intuito de aumentar o aproveitamento da fibra bruta dos alimentos como fonte de energia, não é aconselhável, uma vez que não houve melhora da digestibilidade aparente da FDN e da FDA.

Palavras-chave: cavalo, digestibilidade, pectina

Effect of Pectin and Soybean Meal Addition on the Apparent Digestibility of Nutrients, in Horses

ABSTRACT - The work was carried out at the Equine Production Sector of the Department of Animal Science of the Federal University of Lavras - UFLA, in Lavras - MG, Brazil, with the objective of evaluating the effect of pectin and soybean meal addition on the apparent digestibility of nutrients in horses. The experimental design was completely randomized in a 4x2 factorial arrangement, with four pectin levels (0, 1, 2 and 3% of the DM of the hay of *coastcross* consumed) and addition or not of soybean meal amounting to eight treatments with four replications. Variables were the coefficients of apparent digestibility of dry matter (CADDM), crude protein (CADCP), neutral detergent fiber (CADNDF), acid detergent fiber (CADADF), hemicellulose (CADHEM), gross energy (CADGE) and of digestible energy (DE). Pectin addition did not affect the CADDM, CADNDF, CADADF, CADGE and nor DE; it improved CADCP, when at the level of 1.25% and CADHEM at all the used levels. It follows that the addition of 1.25% of pectin to the diet improved the apparent digestibility of CP and addition of 3% pectin provided the best apparent digestibility of hemicellulose. The addition of soybean meal to the diet with the purpose of increasing the utilization of crude fiber of feed as an energy source is not advisable, since there was no improvement of apparent digestibility of the NDF and ADF.

Key Words: digestibility, horse, pectin

Introdução

Os equinos são animais normalmente de grande porte, com grandes exigências nutricionais, principalmente energética, por terem suas funções baseadas fundamentalmente no trabalho físico, seja nas atividades agropecuárias ou nas de esporte e lazer. Segundo Lewis (1985), 80 a 90% do alimento ingerido são necessários para atender as necessidades energéticas do animal. Por outro lado, durante os milhões de anos

de sua evolução, os equinos desenvolveram a capacidade de serem herbívoros e, como tal, se alimentarem de vegetais, cuja densidade energética, apesar de baixa, era suficiente para suprir as exigências para o desenvolvimento das suas atividades físicas.

Após a domesticação, o homem passou a exigir mais desses animais, com conseqüente aumento das necessidades energéticas, e, para suprir este aumento da demanda de energia, em vez de trabalhar no sentido de aumentar a eficiência de utilização da

¹ Parte da tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal de Lavras pelo primeiro autor.

² Professor do Departamento de Zootecnia da Escola de Agronomia da UFBA - Cruz das Almas, BA.

³ Professor do Departamento de Zootecnia da UFLA, Lavras - MG. E-mail: jafllima@ufla.br; bertechini@ufla.br; fialho@ufla.br; rilke@ufla.br; jroperez@ufla.br

⁴ Professor da FAV/UNB - Brasília - DF.

energia dos alimentos normalmente consumidos por esses animais, passou a alimentá-los como monogástricos não herbívoros; como conseqüência, diversos problemas surgiram, ou se intensificaram, como cólicas, laminites, epifisites etc.

Os eqüinos são herbívoros monogástricos com características específicas - estômago de pequeno volume e ceco e cólon bastante desenvolvidos e funcionais (Wolter, 1977; Hintz, 1983; Martin-Rosset et al., 1990), portanto, a digestão nesses animais pode ser dividida em pré-cecal, na qual predomina intensa digestão enzimática, e pós-ileal, na qual a digestão é basicamente microbiana. Entretanto, é provável que, devido à intensa digestão enzimática pré-cecal, com conseqüente absorção no intestino delgado dos carboidratos solúveis e da proteína, a qualidade da digesta que alcança o trato pós-ileal prejudique a digestão microbiana, reduzindo a eficiência de utilização da fibra e, por conseqüência, minimize o potencial de extração da energia contida nesta porção do alimento ingerido. Oliveira (1995) observou aumento na digestibilidade dos constituintes da parede celular, quando comparou, em eqüinos, dietas com crescentes níveis de proteína, porém informa que a explicação para o fato pode tanto ser atribuída ao menor teor de fibra em detergente neutro das dietas de melhor digestibilidade quanto à qualidade da digesta que chega ao ceco favorecida pelo aumento dos níveis de proteína bruta das rações. Uden & Van Soest (1982) afirmam que, devido à digestão e absorção dos carboidratos solúveis e da proteína ocorrerem antes do intestino grosso, pouco substrato, além do material fibroso, atinge o ceco dos eqüinos, podendo este fato prejudicar a população de microorganismos, diminuindo o aproveitamento dos carboidratos estruturais.

Portanto, é interessante o estudo de práticas nutricionais que venham a maximizar o uso da porção fibrosa dos alimentos e/ou de alimentos mais fibrosos, com o intuito de reduzir o custo de produção dos eqüinos, melhorando a conversão da fibra em energia. Nesta pesquisa objetivou-se avaliar a influência da adição de pectina e farelo de soja sobre a digestibilidade aparente de nutrientes do feno de *coastcross*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na sala de metabolismo do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG. O município de Lavras está localizado na região sul do

Estado de Minas Gerais, sendo sua latitude de 21°14' S e longitude 45°00' W de Greenwich, com altitude média de 918,0 m (Brasil, 1992). Seu clima é do tipo Cwb (Koppen), com precipitação média anual de 1493mm, temperatura mínima de 14,6°C e máxima de 36,0°C (Vilela & Ramalho, 1980).

Os tratamentos foram agrupados em um esquema fatorial 4x2, sendo quatro níveis de pectina (PECT), de 0, 1, 2 e 3% da MS do feno de *coastcross* consumido e a adição ou não de farelo de soja (FS), totalizando oito tratamentos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Foram utilizados cavalos adultos castrados, sem raça definida, com idade entre 8 e 10 anos e peso médio de 330,0 kg. Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), energia bruta (EB) e energia digestível (ED) foram analisados pelo programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1996), utilizando o modelo a seguir descrito e análises de regressão.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{(ij)k}$$

em que: Y_{ijk} = valor da parcela que recebeu o nível i de PECT e o nível j de FS na repetição k ($k = 1, 2, 3, 4$); μ = média geral; α_i = efeito do nível i de PECT ($i = 1, 2, 3, 4$); β_j = efeito do nível j de FS ($j = 1, 2$); $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação dos fatores PECT e FS; e $e_{(ij)k}$ = erro experimental associado à observação $Y_{(ij)k}$, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

O experimento foi dividido em uma fase de adaptação à dieta, com duração de 10 dias, e uma fase de coleta total de fezes, com duração de cinco dias. Na fase de adaptação, os animais foram alojados em baias individuais parcialmente cobertas, com área de 10 m², piso de cimento, sem cama, cocho de cimento e bebedouros automáticos. Na fase de coleta, os animais foram alojados individualmente nas gaiolas de metabolismo, de modelo semelhante ao descrito por Furtado & Tosi (1996).

Os cavalos foram vermifugados, tosados e banhados com carrapaticida antes do início do ensaio. Os animais receberam 6,0 kg de feno de *coastcross* por dia, acrescido ou não, de farelo de soja na quantidade de 940 g de FS/dia e/ou pectina nas quantidades de 60, 120 ou 180 g de PECT/dia, o que representava os níveis de 1, 2 e 3%, respectivamente, da MS do feno de *coastcross*, em função do tratamento recebido. A quantidade de 6,0 kg de feno re-

presentou o consumo diário de MS entre 1,9% do peso vivo (PV) para o cavalo mais leve e a 1,7% do PV para o cavalo mais pesado, o que possibilitou a inexistência de sobras e o atendimento das recomendações do NRC (1989). A composição química dos ingredientes utilizados para a formulação da dieta é apresentada na Tabela 1.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, às 7h30 e 17h, e os bebedouros completados nos mesmos horários para que sempre houvesse água à disposição dos animais. O feno de *coastcross* foi picado em moinho de martelo com peneira de 1,1 cm de diâmetro. O farelo de soja foi fornecido como adquirido e a pectina foi umedecida para aderir ao feno e não permitir a seleção, com possível rejeição, pelos animais. O sal mineral foi fornecido ad libitum.

A pectina utilizada foi fornecida pela empresa BRASPECTINA (Empresa do grupo CITRUSCOLÓIDE) com 100% de pureza.

As fezes foram coletadas duas vezes ao dia, às 7 e 17h, pesadas, homogêneas e amostradas em 10%, sendo acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados a uma temperatura de -15°C, para posteriores análises. As amostras de fezes foram descongeladas e homogêneas e delas retiradas uma porção para fazer a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C por 72 h. Posteriormente à pré-secagem, foram moídas em moinho de martelo com peneira de 1 mm e armazenadas em vasilhames de plástico.

Nas amostras de fezes, feno de *coastcross*, farelo de soja e pectina foram realizadas análises de MS, PB, FDN, FDA e EB. A hemicelulose foi encontrada por diferença entre FDN e FDA. As análises de MS, PB e EB foram feitas seguindo a metodologia descrita por Silva (1998) e as de FDN e FDA, conforme método de Van Soest (AOAC, 1990).

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta (EB), dos ingredientes da dieta, expressos em porcentagem da matéria seca

Table 1 - Contents of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and gross energy (GE), of the diet ingredients, express in percentage of the dry matter

Ingredientes <i>Ingredients</i>	MS DM (%)	PB CP (%)	FDN NDF (%)	FDA ADF (%)	EB GE (kcal/kg)
Feno de <i>coastcross</i>	89,39	14,13	79,76	37,69	4188
<i>Coastcross hay</i>					
Farelo de soja	88,01	46,09	13,33	5,27	4082
<i>Soybean meal</i>					
Pectina	88,56	0,0	0,0	0,0	3207
<i>Pectin</i>					

Valores obtidos no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, de acordo metodologia descrita por Silva (1998).

Values obtained on the Animal Nutrition Laboratory of de Department of Animal Science of the UFLA, according to Silva (1998).

Para os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente para MS, PB, FDN, FDA, HEM e EB, foi usada a fórmula: $CDAN(\%) = [(NCON - NEXC) / NCOM] \times 100$; em que: CDAN = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente; NCON = quantidade do nutriente consumido, em gramas e NEXC = quantidade do nutriente excretado, em gramas. Para o cálculo da ED aparente utilizou-se a fórmula: $ED(kcal/kg) = (EBC - EBF) / MSC$, em que: EBC = energia bruta consumida, EBF = energia bruta das fezes e MSC = matéria seca consumida.

Resultados e Discussão

Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS)

Não foram verificadas diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS em função da adição de pectina. Entretanto, a adição de farelo de soja melhorou ($p < 0,01$) o coeficiente de digestibilidade aparente da MS. Isto era esperado devido à digestibilidade elevada do farelo de soja (Farley et al., 1995). Não houve interação significativa entre níveis

de pectina e farelo de soja, para os CDAMS (Tabela 2).

O valor observado de 43,77% para o CDAMS do feno de *coastcross*, sem a adição de pectina e farelo de soja, ou seja do tratamento testemunha, foi próximo ao encontrado por Araújo (1999), em condições experimentais semelhantes, de 43,47%.

Aiken et al. (1989), avaliando dieta exclusiva de volumoso à base de feno de *coastcross*, por meio do método de coleta total de fezes, também observaram valor da digestibilidade aparente da MS de 43,0%, semelhante ao obtido neste trabalho, assim como Almeida (1994), de 43,1%, e Almeida et al. (1999), de 45,1%.

As variações entre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS deve-se a fatores como a composição química do alimento, a granulometria, o conteúdo de água e a quantidade de fibra presente na ração (Olsson & Ruudvere, 1955). Além dos fatores citados, o tratamento a que são submetidos os alimentos pode influenciar na sua digestão (Haenlein et al., 1966).

Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB)

Não se observou interação significativa entre os níveis de adição de pectina e farelo de soja nos CDAPB, evidenciando que o farelo de soja aumentou o coeficiente de digestibilidade da PB da dieta independente do nível de inclusão de pectina (Tabela 3).

Como pode ser verificado na Figura 1, houve efeito quadrático ($p < 0,05$) no coeficiente de digestibilidade aparente da PB em função da adição de níveis crescentes de pectina, sendo que o nível de 1,25% proporcionou o maior valor de coeficiente de digestibilidade. A adição de pectina inicialmente melhorou a digestibilidade da proteína como consequência do fornecimento de uma fonte de energia de fácil e rápida utilização para a população de microorganismos, o que a tornou mais eficiente; o aumento da quantidade de pectina, além da melhora da eficiência digestiva, provavelmente promoveu o crescimento da população de microorganismos que, por apresentar até 10% de nitrogênio na MS (Van Soest, 1994), ao ser excretada através das fezes, subestimou a digestibilidade da proteína da dieta, reduzindo o CDAPB.

A adição de farelo de soja resultou em aumento ($p < 0,01$) do coeficiente de digestibilidade aparente da PB, em função da qualidade da proteína deste ingrediente (Tabela 3). Segundo Farley et al. (1995), os valores de digestibilidade verdadeira pré-cecal e

total da proteína do farelo de soja é de 72,2 e 95,7%, respectivamente, e de acordo com Almeida (1997), a digestibilidade da proteína do farelo de soja em eqüinos é de 94,8%, valor próximo ao encontrado por Farley et al. (1995).

O valor encontrado para o CDAPB do feno de *coastcross*, de 51,36%, foi superior ao encontrado por Araújo (1999), de 40,41%, em condições experimentais semelhantes. Aiken et al. (1989), avaliando a mesma gramínea e utilizando o método de coleta total de fezes, obtiveram valores de 50,7% e Almeida et al. (1999), também avaliando o *coastcross*, obtiveram 46,92%. Estas diferenças para o CDAPB podem ser atribuídas a diversos fatores como: estágio vegetativo da forragem, condições de armazenamento, tecnologia empregada no processo de fenação, fatores climáticos etc, que podem interferir na qualidade do feno (Andriguetto et al., 1990).

Coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN)

Não se observou interação dos fatores estudados, assim como diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente da FDN, em função da adição de pectina e/ou farelo de soja (Tabela 4).

Tabela 2 - Valores médios e respectivos erros-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) em eqüinos alimentados com feno de *coastcross*, pectina e farelo de soja

Table 2 - Average values and respective standard errors of coefficients of apparent digestibility of the dry matter (CADDM) in equine fed *coastcross* hay, pectin and soybean meal

Pectina <i>Pectin</i>	CDAMS (%)		Médias <i>Means</i>
	CADDM (%)		
	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>		
	Sem <i>Without</i>	Com <i>With</i>	
0	43,77(1,15)	49,58(1,36)	46,67(1,37)
1	47,29(0,98)	48,74(0,96)	48,01(0,69)
2	47,08(1,38)	48,98(1,64)	48,03(1,05)
3	45,44(1,45)	49,50(0,80)	47,47(1,08)
Médias	45,89(1,34)**	49,20(1,12)**	
<i>Means</i>			
¹ CV(%)	5,23		

** Significativo a 1% pelo teste de F.

¹ Coeficiente de variação.

** Significant at level of 1% by F test.

¹ Coefficient of variation.

Tabela 3 - Valores médios e respectivos erros-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) em equinos alimentados com feno de *coastcross*, pectina e farelo de soja

Table 3 - Average values and respective standard errors of coefficients of apparent digestibility of the crude protein (CADCP) in equine fed *coastcross* hay, pectin and soybean meal

Pectina Pectin	Farelo de soja Soybean meal		Médias Means
	Sem Without	Com With	
0	51,36(1,62)	63,85(2,56)	57,60(2,74)
1	57,17(3,61)	67,35(2,56)	62,26(2,81)
2	52,70(0,89)	64,69(1,40)	58,69(2,39)
3	46,33(3,62)	64,19(2,46)	55,26(3,94)
Médias	51,89(3,15)**	65,02(2,17)**	
<i>Means</i>			
¹ CV(%)	8,61		

** Significativo a 1% pelo teste de F.

¹ Coeficiente de variação.

² Efeito quadrático ($p < 0,05$).

** Significant at level of 1% by F test.

¹ Coefficient of variation.

² Quadratic effect ($p < 0,05$).

O valor do coeficiente de digestibilidade aparente da FDN do feno de *coastcross* e das dietas com inclusão de pectina e/ou farelo de soja foi superior ao observado por Araújo (1999), de 45,69%, em condições experimentais semelhantes.

A adição de pectina, que representou um fornecimento extra de energia bruta para os microorganismos do intestino grosso de até aproximadamente 600 kcal/dia, não promoveu aumento da digestibilidade aparente da FDN, discordando com a hipótese de Uden & Van Soest (1982), que afirmam que o enriquecimento em nutrientes da digesta que alcança o ceco e cólon poderá melhorar o aproveitamento dos carboidratos estruturais. A rápida taxa de passagem de alimentos nos equinos pode não ter permitido eficiente colonização pelos microorganismos da porção fibrosa do alimento, não havendo, por consequência, aumento da sua degradação, refletido pela não alteração da digestibilidade aparente da FDN da dieta. O tempo de retenção de partículas no compartimento de fermentação em equinos é de apenas 20% do tempo de retenção de bovinos (Uden, 1978; Van Soest et al., 1978, citados por Van Soest, 1994), devido à ausência de uma estrutura neste compartimento capaz de reter partículas não degradadas, o que permite a sua excreção, pelas fezes,

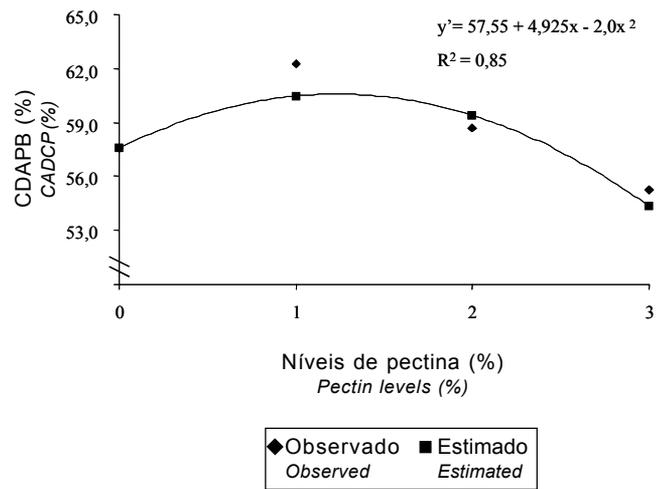


Figura 1 - Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) da dieta em função da adição de níveis crescentes de pectina.

Figure 1 - Coefficients of apparent digestibility of the crude protein (CADCP) of the diet in function of the addition of pectin levels.

forçada pelo consumo de mais alimentos e/ou pelos movimentos peristálticos, antes de terem sofrido eficiente degradação.

A adição de farelo de soja também não promoveu melhora na digestibilidade aparente da FDN, o que está de acordo com Juliand et al. (1993), os quais informam que a adição de farelo de soja não tem efeito positivo sobre as bactérias celulolíticas, podendo até, inclusive, reduzir a digestão das fibras.

Coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido (CDAFDA)

Não houve interação entre níveis de pectina e farelo de soja, assim como não foram observadas diferenças significativas nos coeficientes de digestibilidade aparente da FDA, em função dos tratamentos aplicados (Tabela 5).

Os valores da digestibilidade aparente da FDA foram superiores aos encontrados por Araújo (1999) em condições experimentais semelhantes, que em média foi de 34,72%. Aiken et al. (1989), também trabalhando com feno de *coastcross* e coleta total de fezes, encontraram o valor de 35,7%.

A adição de pectina, que representou um fornecimento extra de energia bruta para os microorganismos do intestino grosso (de até aproxi-

Tabela 4 - Valores médios e respectivos erros-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN) em eqüinos alimentados com feno de *coastcross*, pectina e farelo de soja

Table 4 - Average values and respective standard errors of the coefficients of apparent digestibility of the neutral detergent fiber (CADNDF) in equine fed *coastcross* hay, pectin and soybean meal

Pectina Pectin	Farelo de soja Soybean meal		Médias Means
	Sem Without	Com With	
0	52,01(2,32)	52,61(1,49)	52,31(1,28)
1	54,09(1,23)	51,61(1,75)	52,85(1,09)
2	55,46(2,46)	50,93(1,31)	53,20(1,55)
3	53,98(0,98)	51,03(0,64)	52,51(0,77)
Médias	53,88(1,78)	51,54(1,26)	
CV(%) ¹	6,20		

¹ Coeficiente de variação.

¹ Coefficient of variation.

madamente 600 kcal/dia), não melhorou a digestibilidade aparente da FDA. Ao contrário, Uden & Van Soest (1982) informam que o enriquecimento em nutrientes do substrato que sofre digestão microbiana, nos eqüinos, pode melhorar o aproveitamento dos carboidratos estruturais.

Tabela 5 - Valores médios e respectivos erros-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido (CDAFDA) em eqüinos alimentados com feno de *coastcross*, pectina e farelo de soja

Table 5 - Average values and respective standard errors of the coefficients of apparent digestibility of the acid detergent fiber (CADADF) in equine fed *coastcross* hay, pectin and soybean meal

Pectina Pectin	Farelo de soja Soybean meal		Médias Means
	Sem Without	Com With	
0	49,09(2,60)	49,82(2,15)	49,45(1,57)
1	49,83(1,10)	47,79(1,47)	48,81(0,93)
2	49,63(1,34)	47,14(2,25)	48,39(1,30)
3	47,73(2,37)	47,07(1,53)	47,40(1,31)
Médias	49,07(1,80)	47,95(1,78)	
CV(%) ¹	7,94		

¹ Coeficiente de variação.

¹ Coefficient of variation.

A rápida taxa de passagem de alimentos nos eqüinos não permitiu melhorar a digestibilidade aparente da FDA. Segundo Uden (1978) e Van Soest et al. (1978), citados por Van Soest (1994), o tempo de retenção de partículas no compartimento de fermentação em eqüinos é aproximadamente 5 vezes menor que o tempo de retenção em bovinos, o que não permite uma eficiente colonização da fibra, prejudicando a degradação da FDA. A inexistência de uma estrutura no intestino grosso para reter as partículas não degradadas permite a excreção destas partículas pelas fezes, intensificada pelo consumo de mais alimentos e/ou pelos movimentos peristálticos.

Com relação à adição de farelo de soja, não foi verificada melhora na digestibilidade aparente da FDA. Juliand et al. (1993) informam que a adição de farelo de soja não tem efeito positivo sobre as bactérias celulolíticas, o que pode, inclusive, reduzir a digestão das fibras.

Coeficientes de digestibilidade aparente da hemicelulose (CDAHEM)

Não se observou interação significativa entre níveis de pectina e farelo de soja para os CDAHEM (Tabela 6).

Como pode ser observado na Figura 2, houve efeito linear positivo ($p < 0,05$) no coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose, em função dos níveis crescentes de inclusão de pectina nas dietas. Estes resultados estão de acordo com Uden & Van Soest (1982), uma vez que a adição de pectina promoveu um enriquecimento em nutrientes da digesta que alcançou o intestino grosso e melhorou significativamente a digestibilidade aparente da hemicelulose.

Apesar da rápida taxa de passagem nos eqüinos que prejudica a colonização microbiana, e da inexistência na porção final do intestino grosso de uma estrutura capaz de reter partículas, o que permite a excreção de fragmentos não degradados, houve aumento da digestibilidade aparente da hemicelulose. A hemicelulose, em comparação com os demais componentes da parede celular, segundo Eastridge (1997), é mais rapidamente degradada, o que possibilitou um aumento significativo de sua digestibilidade.

O coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose do feno de *coastcross* foi de 55,07%, semelhante ao observado por Aiken et al. (1989), Almeida et al. (1999) e Araújo (1999), de 58,70; 54,73 e 55,57%, respectivamente. Para os demais trata-

Tabela 6 - Valores médios e respectivos erros-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da hemicelulose (CDAHem) em equinos alimentados com feno de *coastcross*, pectina e farelo de soja

Table 6 - Average values and respective standard errors of the coefficients of apparent digestibility of the hemicellulose (CADHEM) in equine fed *coastcross* hay, pectin and soybean meal

Pectina Pectin	CDAHem (%) CADHEM (%)		
	Farelo de soja Soybean meal		Médias Means
	Sem Without	Com With	
0	55,07(2,08)	55,50(2,49)	55,28(1,51)
1	59,53(1,35)	56,61(3,00)	58,07(1,62)
2	63,36(3,50)	56,90(1,08)	60,13(2,09)
3	63,22(0,72)	58,13(1,02)	60,68(1,12)
Médias Means	60,29(2,61)*	56,79(1,96)*	
¹ CV(%)	7,28		

* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

¹ Coeficiente de variação.

² Efeito linear ($p < 0,05$).

* Significant at level of 5% by F test.

¹ Coefficient of variation.

² Linear effect ($p < 0,05$).

mentos, os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da hemicelulose foram superiores, quando se adicionou apenas pectina à dieta.

A adição de farelo de soja reduziu significativamente ($p < 0,05$) a digestibilidade aparente da hemicelulose. Este resultado está de acordo com Juliand et al. (1993), que constataram redução na digestão das fibras, em equinos, quando adicionaram farelo de soja à dieta. É provável que a adição de farelo de soja tenha estimulado o desenvolvimento de microorganismos proteolíticos em detrimento daqueles que degradam a hemicelulose.

Coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB)

A interação dos fatores pectina e farelo de soja não foi significativa. Não foram observadas diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta em função da adição de pectina (Tabela 7). A não alteração da digestibilidade aparente da EB da dieta pode ser explicada pela manutenção dos níveis de digestibilidade aparente da FDN e da FDA da ração utilizada, quando adicionou-se pectina.

A adição de farelo de soja aumentou ($p < 0,01$) a digestibilidade aparente da energia bruta. Este

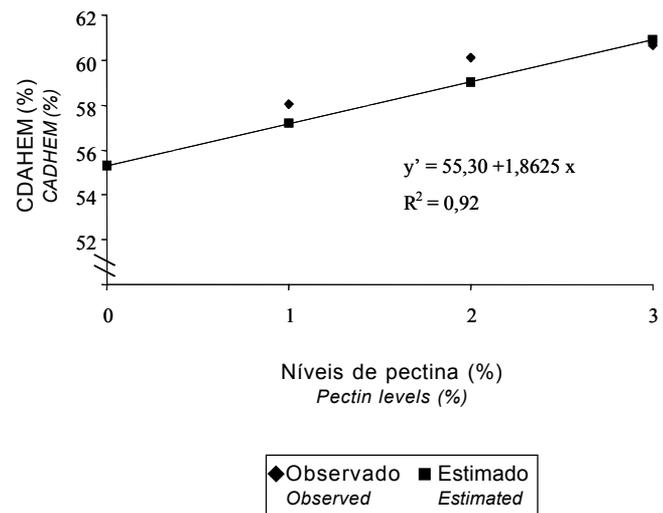


Figura 2 - Coeficientes de digestibilidade aparente da hemicelulose (CDAHem) da dieta em função da adição de níveis crescentes de pectina.

Figure 2 - Coefficients of apparent digestibility of the hemicellulose (CADHEM) of the diet in function of the addition of pectin levels.

resultado era esperado em função da alta digestibilidade do farelo de soja que, por consequência, reduz a energia bruta excretada nas fezes.

O coeficiente de digestibilidade aparente da EB do feno de *coastcross* foi de 40,99%, similar aos valores observados por Aiken et al. (1989) e Almeida et al. (1999) que foram 42,1 e 43,17%, respectivamente.

Energia digestível (ED)

Não se observou interação significativa entre níveis de pectina e farelo de soja para ED. Não foram observadas diferenças, na energia digestível das dietas em função da adição de pectina (Tabela 8). Devido à rápida taxa de passagem nos equinos (Uden, 1978; Van Soest et al., 1978, citados por Van Soest, 1994) e da ausência de uma estrutura no intestino grosso capaz de reter fragmentos ainda não degradados, não houve aumento da digestibilidade da FDN e da FDA e, consequentemente, dos valores de ED das dietas.

A adição de farelo de soja aumentou ($p < 0,01$) a energia digestível das dietas. Este resultado era esperado, uma vez que o farelo de soja apresenta alto grau de digestibilidade (Farley et al., 1995).

Gibbs et al. (1988), trabalhando com pôneis alimentados com feno de capim-bermuda, encontraram

Tabela 7 - Valores médios e respectivos erros-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB) em equínos alimentados com feno de *coastcross*, pectina e farelo de soja

Table 7 - Average values and respective standard errors of the coefficients of apparent digestibility of the gross energy (CADGE) in equine fed *coastcross* hay, pectin and soybean meal

Pectina <i>Pectin</i>	CDAEB (%) CADGE (%)		Médias <i>Means</i>
	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>		
	Sem <i>Without</i>	Com <i>With</i>	
0	40,99 (1,54)	48,61 (1,68)	44,80 (1,79)
1	44,58 (1,36)	47,76 (1,09)	46,17 (1,01)
2	45,34 (1,20)	46,73 (0,93)	46,03 (0,75)
3	43,68 (1,29)	46,31 (0,71)	45,00 (0,84)
Média	43,65 (1,50)**	47,35 (1,36)**	
<i>Means</i>			
CV ¹ (%)	5,55		

** Significativo a 1% pelo teste de F.

¹ Coeficiente de variação.

¹ Coefficient of variation.

** Significant at level of 1% by F test.

Tabela 8 - Valores médios e respectivos erros-padrão da energia digestível (ED) da dieta em equínos alimentados com feno de *coastcross*, pectina e farelo de soja

Table 8 - Average values and respective standard errors of the digestible energy (DE) of diet in equine fed *coastcross* hay, pectin and soybean meal

Pectina <i>Pectin</i>	ED(kcal/kg de MS) (%) DE (kcal/kg of DM) (%)		Médias <i>Means</i>
	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>		
	Sem <i>Without</i>	Com <i>With</i>	
0	1895(71,33)	2228(76,94)	2061(79,41)
1	2055(62,85)	2183(50,04)	2119(44,41)
2	2083(55,45)	2130(42,18)	2107(33,47)
3	2001(59,29)	2106(32,38)	2054(37,01)
Médias	2008(71,85)*	2162(47,32)*	
<i>Means</i>			
CV ¹ (%)	5,56		

** Significativo a 5% pelo teste de F.

¹ Coeficiente de variação.

¹ Coefficient of variation.

** Significant at level of 5% by F test.

valores de energia digestível de 2.230 kcal/kg. O NRC (1989) cita valores de ED, para o *Cynodon dactylon*, variando de 1870 a 2170 kcal/kg de MS, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Conclusões

A adição de 1,25% de pectina à dieta maximizou o coeficiente de digestibilidade aparente da PB e a adição de pectina até o nível 3% proporcionou resposta linear positiva do coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose do feno de *coastcross*.

A adição de farelo de soja à dieta não influenciou o coeficiente de digestibilidade aparente da FDN e FDA do feno de *coastcross*.

Literatura Citada

- AIKEN, G.E.; POTTER, G.D.; CONRAD, B.E. et al. Voluntary intake and digestion of coastal bermudagrass hay by yearling and mature horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.9, n.5, p.262-263, 1989.
- ALMEIDA, F.Q. **Fluxo de matéria seca ileal, perdas endógenas e digestibilidade pré-cecal e total da proteína e dos aminoácidos em equínos**: Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ALMEIDA, M.I.V.; FERREIRA, W.M.; ALMEIDA, F.Q. et al. Composição química e predição do valor nutritivo de dietas para equínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1268-1278, 1999.
- ALMEIDA, M.I.V. **Predição da energia digestível de dietas para equínos a partir de seu conteúdo fibroso**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1994. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARD, I. et al. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal - os alimentos**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 395p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Virgínia: 1990. 648p.
- ARAÚJO, K.V. **Métodos para determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes em equínos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. 155p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normais climatológicas - 1961-1990**, Brasília: 1992. 84p.
- EASTRIDGE, M.L. Fibra para vacas leiteiras. In: In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997. p.33-50.
- FARLEY, E.B.; POTTER, G.D.; GIBBS, P.G. Digestion of soybean meal protein in the equine small and large intestine at various levels of intake. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.15, n.9, p.391-397, 1995.
- FURTADO, C.E.; TOSI, H. Gaiola de metabolismo para equínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.192-193.
- GIBBS, P.G.; POTTER, G.D.; SCHELLING, G.T. et al. Digestion of hay protein in different segments of the equine digestive tract. **Journal Animal Science**, v.66, n.2, p.400-406, 1988.
- HAENLEIN, G.F.W.; SMITH, R.C.; YOON, Y.M. Determination

- of the fecal excretion rate of horses with chromic oxide. **Journal Animal Science**, v.25, n.4, p.1091-1095, 1966.
- HINTZ, H.F. **Horse nutrition: a practical guide**. New York: Arco Publishing, 1983. 228p.
- JULLIAND, H.; PREVOST, H.; TISSERAND, J.L. Preliminary study of the cecal bacterial flora in the pony: quantification and diet effect. **Annual Zootecnic**, v.42, p.183, 1993.
- LEWIS, L.D. **Alimentação e cuidados do cavalo**. São Paulo: Roca, 1985. 248p.
- MARTIN-ROSSET, W; DOREU, M; BOULOT, S. Influence of level of feeding and physiological state on diet digestibility in light and heavy breed horses. **Livestock Production Science**, v.25, p.257-264, 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of horses**. 5.ed. Washington, D.C.: 1989. 100p.
- OLIVEIRA, A.A.M.A. **Digestão total e pré-cecal dos nutrientes em potros fistulados no íleo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 92p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- OLSSON, N.; RUUDVERE, A. The nutrition of the horse. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.25, n.1, p.1-18, 1995.
- SAS INSTITUTE. **User's guide: Statistical Analysis System Institute**. 5.ed. Cary: 1996. 956p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- UDEN, P.; Van SOEST, P.J. Comparative digestion of timothy (*Phleum pratense*) fibre by ruminants, equines and rabbits. **British Journal Nutrition**, v.47, n.2, p.267-272, 1982.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILELA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. Análise da temperatura e precipitação de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, v.4, n.1, p.46-55, 1994.
- WOLTER, R. **Alimentacion del caballo**. Zaragoza: Acribia, 1977. 172p.

Recebido em: 21/12/00

Aceito em: 14/01/02