

FRACIONAMENTO DOS NUTRIENTES E DIGESTIBILIDADE DA ENERGIA EM ALIMENTOS ALTERNATIVOS COM EQÜINOS ADULTOS

Alex Martins Varela de Arruda

*Professor Depto Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, BR 110, km 47, Pres.
Costa e Silva, Mossoró - RN, Cep: 59625-900, amvarela39@hotmail.com*

Leonir Bueno Ribeiro

*Mestrando Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Av.
Colombo, n.5790, Maringá - PR, Cep: 87020-900*

Elzania Sales Pereira

*Professor Depto Zootecnia, Universidade Federal do Ceará - UFC, Campus PICI, Av. Mister Hull, n.2977,
Fortaleza - CE, Cep: 60356-000*

Julio Cezar Barreto

*Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Av.
Colombo, n.5790, Maringá - PR, Cep: 87020-900*

Resumo - Para avaliar diferentes alimentos não-convencionais caracterizados como subprodutos agroindustriais através da digestibilidade aparente e determinação do valor nutricional, foram utilizados cinco cavalos adultos da raça crioula em gaiolas de metabolismo individuais. A dieta referência conteve ração peletizada e feno de tifton - 85 (DR) e elaboraram-se outras quatro dietas, a partir da substituição em 30% com base no peso (kg/kg) da dieta referência, para cada um dos subprodutos, resíduo de soja (RS), casca de soja (CS), casca de trigo (CT) e casca de milho (CM). Na determinação da digestibilidade de cada alimento, verificaram-se melhores valores com os alimentos CT (45,31% proteína bruta), RS (78,86% extrato etéreo), CS (82,53% fibra em detergente neutro), CS (85,75% fibra em detergente ácido), CM (96,92 % carboidratos não-estruturais), CM (57,18% carboidratos totais) e CS (57,67% energia bruta). Na determinação do teor em nutrientes digestíveis de cada alimento, observaram-se melhores valores com os alimentos CT (7,53 %PD), RS (5,11 %EED), CS (53,04 %FDND), CS (40,77 %FDAD), CT (35,82 %CNED), CM (48,12 %CTOD), CM (2101 ED kcal/kg). Sugere-se que os alimentos avaliados podem ser utilizados na alimentação de eqüinos, sendo que a combinação e o nível de inclusão destes subprodutos no balanceamento das dietas, visando eficiência alimentar e saúde do trato digestório, dependerão em última instância da disponibilidade e custo regionais.

Palavras-chave: Subprodutos Agroindustriais, Cavalos Crioulos, Nutrição de Não-Ruminantes.

NUTRITIONAL FRACTIONS AND DIGESTIBILITY OF ENERGY IN ALTERNATIVE FOODS WITH ADULT EQUINE

Abstract - To evaluate the different alternative foods identify like an agroindustrial by-products through on the total apparent digestibility and digestible nutrients determinations five Criole adult horses were housed in individual metabolism cages. From the reference diet (DR) contained peletized ration and tifton-85 hay, was made the substitution in 30% with weight basis (kg/kg) for each one of the agro industrial by-products, soybean residue (RS), soybean hulls (CS), wheat hulls (CT) and corn hulls (CM). In the digestibility obtained with each one of the alternative foods, the best values were obtained with CT (45.31% crude protein), with RS (78.86% ethereal extract), with CS (82.53% neutral detergent fiber), with CS (85.75% acid detergent fiber), CM (96.92 % non structural carbohydrate), CM (57.18 % total carbohydrate) e CS (57.67 % crude energy). In the determination of nutritional value with each one of the alternative foods, the best values were obtained with CT (7.53 % DCP), RS (5.11 % DEE), CS (53.04 % DADF), CS (40.77 % DADF), CT (35.82 % DADF), CM (48.12 % DADF), CM (2101 DEB kcal/kg). It was suggest that all alternative foods tested in this study can be used in the feeding horse, more over, the inclusion level and combination of these by-products in the diets to maximize feed efficiency and mantence of the digestive tract health will be depend on the readiness and regional cost.

Keywords: Agro-Industrial By-Products, Criole Horse, Non Ruminant Nutrition.

INTRODUÇÃO

A determinação da digestibilidade dos nutrientes de alimentos utilizados em dietas para equinos permite caracterizar a qualidade e as limitações de uso dos mesmos, no entanto, a escassez de informações referentes aos ingredientes e eventuais substitutivos no Brasil tem levado à elaboração de dietas com alimentos convencionais segundo estimativas e tradições de países do continente Europeu e América do Norte. O conhecimento da composição químico-energética de um alimento é imprescindível à elaboração de dietas e estimativa da eficiência alimentar, sendo que o procedimento normalmente utilizado para tal fim consiste em medir diretamente o consumo e a excreção fecal durante certo período de tempo, assim, a coleta total de fezes até o momento refere-se à metodologia mais empregada na literatura científica pertinente.

O conteúdo em nutrientes digestíveis nas dietas pode ser avaliado pelo fracionamento da parede celular vegetal e seu conteúdo celular, mas este tipo de avaliação torna-se mais adequado à fisiologia digestiva dos animais não-ruminantes de ceco funcional, quando se fracionam os carboidratos em dois grupos: os carboidratos solúveis que incluem os monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos amiláceos que serão hidrolisados a açúcares simples no intestino delgado, e os carboidratos estruturais que incluem hemiceluloses, celulose, oligossacarídeos complexos (fruto-oligosacarídeos, galactosanas, β -glicanos, e substâncias pécicas, entre outros) e amidos resistentes à hidrólise enzimática, que serão fermentados pela microbiota do intestino grosso, produzindo ácidos graxos voláteis (VAN SOEST, 1994; KRONFELD, 2001). Assim, a concentração destes carboidratos é determinante na qualidade dos alimentos e conseqüentemente na elaboração das dietas para equinos, devido à manutenção de um padrão peristáltico intestinal e da simbiose microbiana que possibilita o aproveitamento da fração fibrosa para a obtenção de energia, portanto, deve-se atentar para a inquestionável relevância dos alimentos fibrosos quanto à promoção do funcionamento normal do trato digestivo e da prevenção dos distúrbios digestivos e comportamentais decorrentes da redução dos níveis de fibra na dieta (MOORE-COLYER et al., 2003; PAGAN, 2001).

Para proporcionar bom desempenho atlético ou alto nível técnico desportivo com equinos, o

uso de elevada quantidade de grãos de cereais para atender as exigências energéticas podem comprometer a capacidade digestiva intestinal devido aos elevados teores de amido, resultando no aumento do aporte de carboidratos rapidamente fermentáveis no ceco-colon e contribuindo com a ocorrência de disbioses, disordens digestivas e metabólicas, tais como enterotoxemias, cólicas e laminites (LEWIS, 1995). Assim, torna-se importante averiguar os teores em lipídios totais dos alimentos, os quais podem aumentar a densidade energética das dietas sem elevar o incremento calórico digestivo e reduzir riscos de desordens digestivas, além de melhorar a tolerância à glicose ou glicemia, retardar o acúmulo de ácido lático durante os exercícios físicos, fornecer ácidos graxos essenciais, otimizar absorção de vitaminas lipossolúveis e reduzir polvilhamento ou poeira fina das rações peletizadas (FRAPE, 2004). No entanto, uma quantidade excessiva de lipídios totais na dieta de equinos também pode ser prejudicial, resultando na diminuição da digestibilidade da fração fibrosa devido a um efeito emulsificador sobre estas partículas alimentares, dificultando assim a ação fermentativa da microbiota cecal, lipoperoxidação de nutrientes e também certo transtorno digestivo (JANSEN et al., 2002 e JANSEN et al., 2007).

De qualquer maneira, quanto maior a atividade física do cavalo, maior será a sua demanda energética, de modo que o percentual de alimentos volumosos será menor em relação aos concentrados nas dietas, demonstrando a importância da qualidade do volumoso, já que parte da energia dietética absorvida será proveniente dos ácidos graxos voláteis produzidos pela fermentação intestinal. Adicionalmente, os alimentos fibrosos e seus valores energéticos podem auxiliar na avaliação econômica da substituição de um ingrediente por outro não-convencional na alimentação dos equinos (NRC, 2007; MORENETI et al., 2004). Assim, as forrageiras têm sido utilizadas na alimentação de equinos, divididas entre gramíneas e leguminosas, no entanto, o sistema de produção de equinos desenvolve-se de forma tal que o custo de produção atribuído a alimentação requer novas estratégias nutricionais na intenção de usar fontes alimentares de menor custo, com destaque para otimização da digestibilidade e da constância na disponibilidade. Certamente, a qualidade nutricional em programas de alimentação para

equínos tem se baseado em poucos alimentos devido a uma escassez de soluções para substituição destes ingredientes, levando a pesquisas que busquem identificar novos alimentos cujas características se adaptem aos sistemas de criação de equínos no Brasil. Diante destas circunstâncias e visando obter conhecimento e esclarecimento sobre a utilização de alimentos não-convencionais, justifica-se o objetivo do presente trabalho, avaliar a digestibilidade das frações nutricionais de diferentes subprodutos agroindustriais para equínos adultos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um galpão e redondel convencionais, em propriedade particular, localizada no município de Céu Azul – Paraná. Foram utilizados cinco cavalos adultos da raça crioula castrados, com peso vivo em torno de 400 kg, previamente vermifugados e casqueados, alojados em gaiolas de metabolismo individuais para permitir a coleta total de fezes, providas de comedouro e bebedouro, adaptado do modelo preconizado por FURTADO *et al.* (2000). Os tratamentos foram constituídos por cinco dietas experimentais, a partir de uma dieta referência (DR) para cavalos em manutenção, procurando seguir as recomendações nutricionais sugeridas pelo NRC (1989). Para tanto, utilizou-se uma ração peletizada à base de milho, soja e trigo, combinado com feno de Tifton-85 triturado. A partir da dieta DR foram elaboradas as inclusões ou substituição parcial, em nível de 30% (kg/kg), para cada um dos quatro subprodutos agroindustriais propostos na hipótese experimental, a saber: resíduo de soja (RS), casca de soja (CS), casca de trigo (CT) e casca de milho (CM), constituindo assim os cinco tratamentos dietéticos. A composição percentual dos ingredientes constituintes da dieta DR que serviu de base para avaliação nutricional dos subprodutos agroindustriais é apresentada na Tabela 1.

Os animais foram distribuídos em um delineamento do tipo Quadrado Latino (5 x 5), sendo peso vivo e idade as variáveis de controle, através do modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + I_i + P_j + T_k + E_{ijk}$; onde μ = média geral; I_i = efeito da idade i ; P_j = efeito do peso vivo j ; T_k = efeito das dietas experimentais; E_{ijk} = erro aleatório. Os animais foram pesados ao início e ao final do experimento. Na adaptação pré-experimental dos animais às instalações, foi oferecido a cada

animal a dieta DR durante 10 dias, enquanto no período experimental, conduzido durante 45 dias, subdividiu-se em períodos ou seqüências de cinco dias para adaptação aos tratamentos dietéticos e quatro dias para a coleta total de fezes. Optou-se pelo uso da restrição alimentar em 75% do consumo voluntário na fase de adaptação, evitando-se desta maneira subestimar a digestibilidade. O oferecimento sucessivo e aleatório dos tratamentos dietéticos nas cinco seqüências de nove dias para cada unidade experimental visou anular qualquer efeito nutricional aditivo ou adverso. As dietas experimentais foram fornecidas em quatro porções diárias, equitativamente distribuídas e pré-fixadas (8:00; 12:00; 16:00 e 20:00 horas), proporcionando certa similaridade com a frequência circadiana de ingestão de alimento e garantindo um fluxo de digesta constante. Ao longo de todo experimento, os animais receberam água potável à vontade e realizam exercícios leves durante 60 minutos, diariamente, em uma área sem cobertura vegetal.

Tabela 1. Formula percentual dos ingredientes da dieta referência (DR)

Ingredientes (kg)	Dieta Referência (DR)
Ração Peletizada	
Milho	12,50
Farelo de trigo	28,10
Farelo de soja	6,15
Melaço	1,55
Sal	0,50
Calcário	0,99
Suplemento de vitaminas e minerais	0,20
Antioxidante BHT	0,01
Feno de tifton 85	50,00
Total	100

Durante o período experimental, seguindo a frequência no fornecimento das dietas, foram efetuadas as amostragens dos alimentos e coleta das fezes a partir do recipiente coletor de cada gaiola de metabolismo, sendo, acondicionadas

em sacos plásticos identificados, pesados e congeladas em freezer. Após o descongelamento, foram realizadas amostras compostas dos alimentos e das fezes por animal em cada período, sendo então desidratadas e trituradas para realização das análises químico-bromatológicas em laboratório, referindo-se a matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), determinados através de métodos e técnicas analíticas descritas pela AOAC (1990) e Silva & Queiroz (2002), enquanto, na determinação das frações fibrosas, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), seguiram-se os procedimentos e recomendações descritos por Van Soest et.al. (1991). Os carboidratos não-estruturais (CNE) e os carboidratos totais (CTO) foram determinados de acordo com as recomendações sugeridas por Sniffen et.al. (1992).

A composição químico-energética dos alimentos estudados apresentam-se na Tabela 2. Com base nos dados de consumo e excreção de nutrientes nos períodos experimentais foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, adaptando-se a técnica matemática desenvolvida por Materson et.al. (1965) para a avaliação nutricional dos subprodutos agroindustriais, obtendo-se a digestibilidade individual do alimento alternativo e seus respectivos teores em nutrientes digestíveis, o que justifica a elaboração dos tratamentos dietéticos (substituição em 30% - kg/kg a partir da dieta DR). Os dados de digestibilidade dos nutrientes para avaliação nutricional dos subprodutos agroindustriais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Student Newman Keulls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade, usando o programa SAEG (UFV, 1997).

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), carboidratos não-estruturais (CNE) e carboidratos totais (CTO) dos alimentos—referência e dos subprodutos agroindustriais

Alimentos	Fracionamento dos Nutrientes*								
	MS (%)	MM (%)	FDN (%)	FDA (%)	CNE (%)	CTO (%)	PB (%)	EE (%)	EB **
Ração Peletizada	92,60	6,70	28,03	8,47	45,04	73,07	17,08	3,15	3623
Feno de Tifton - 85	90,98	7,12	71,55	36,29	8,44	79,99	12,40	0,49	3398
Resíduo de Soja (RS)	92,44	7,87	50,26	28,54	13,08	63,34	22,29	6,50	3660
Casca de Soja (CS)	91,57	4,22	64,28	47,57	20,22	84,48	10,50	0,78	3531
Casca de Trigo (CT)	91,49	0,16	26,85	6,20	51,61	78,46	16,62	4,76	4011
Casca de Milho (CM)	91,17	3,26	47,82	16,32	36,33	84,15	8,95	3,64	3884

* valores expressos na base da matéria seca ; ** EB (kcal/kg)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de digestibilidade aparente dos subprodutos agroindustriais e seus teores em nutrientes digestíveis apresentam-se na Tabela 3.

A digestibilidade dos nutrientes para cada um dos subprodutos agroindustriais e a respectiva avaliação nutricional apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), em virtude distintas composições químico-energéticas dos alimentos.

Tabela 3. Digestibilidade de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), carboidratos não-estruturais (CNE) e carboidratos totais (CTO) dos subprodutos agroindustriais e respectivos teores em nutrientes digestíveis para equinos adultos

Nutrientes	Subprodutos Agroindustriais				CV (%)
	Resíduo de Soja (RS)	Casca de Soja (CS)	Casca de Trigo (CT)	Casca de Milho (CM)	
DIMS ¹ %	57,08a	57,90a	45,59b	58,55a	15,59
MSD ² %	52,77a	53,02a	41,71b	53,38a	15,56
DIMM ^{1*} %	80,51a	80,58a	15,28c	74,39b	17,00
MMD ^{2*} %	6,29a	3,26b	0,14c	2,43b	15,70
DIPB ¹ %	25,98b	13,24c	45,31a	17,72c	19,28
PD ² %	5,79b	1,41c	7,53a	1,58c	19,38
DIEE ¹ %	78,86a	53,79b	38,29c	34,52c	17,65
EED ² %	5,11a	0,42c	1,81b	1,25b	16,42
DIFDN ¹ %	62,00b	82,53a	20,44c	84,35a	10,78
FDND ² %	31,16c	53,04a	5,40d	45,11b	11,33
DIFDA ¹ %	50,39b	85,75a	18,89c	64,38b	14,37
FDAD ² %	14,38b	40,77a	1,22c	10,48b	17,30
DICNE ¹ %	81,88b	51,53d	69,40c	96,92a	16,30
CNED ² %	10,71b	10,42b	35,82a	35,21a	15,48
DICTO ¹ %	56,17a	56,73a	41,08b	57,18a	12,04
CTOD ² %	35,58b	47,93a	32,23b	48,12a	14,00
DIEB ¹ %	54,45a	57,67a	43,00b	54,09a	11,96
ED ² kcal/kg	1993,20a	2036,32a	1724,80b	2101,00a	12,75

a,b,c,d _ médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade; * Disponibilidade de matéria mineral; 1 _ digestibilidade aparente individual do alimento alternativo; 2 _ quantidade de nutriente digestível contido no alimento alternativo

Considerando inicialmente a digestibilidade da matéria seca para cada um dos subprodutos, constatou-se maior valor com o alimento CM (58,55%) e menor valor com o alimento CT (45,59%). Quanto ao teor em matéria seca digestível, os valores obtidos acompanharam a mesma tendência apresentada pela digestibilidade dos alimentos. Segundo a literatura, em experimentos com equínos de diferentes idades e padrões de alimentação, a amplitude aceitável para digestibilidade MS situar-se-ia entre 58 e 87% (ALMEIDA et al., 1999; ARAÚJO et al., 1992; GONÇALVES et al., 1998; MANZANO, 1990; OLIVEIRA e FURTADO, 2001; PEREIRA et al., 1989; QUADROS et al. 2004; SANTOS et al., 2002; WHITAKER e CARVALHO, 1997). Já para a disponibilidade de matéria mineral de cada um dos subprodutos, observou-se maior valor com os alimentos CS (80,58%), enquanto o alimento CT apresentou o menor valor (15,28%). Para o teor em matéria mineral disponível nos subprodutos, obteve-se maior valor com o alimento RS (6,29%) e menor valor com o alimento CT (0,14%). Estes resultados refletem uma disponibilidade proporcional à concentração presente nos alimentos estudados.

Com relação à digestibilidade da proteína bruta para cada um dos subprodutos, verificou-se maior valor com o alimento CT (45,31%) e menor valor com o alimento CS (13,24%), sendo que para o conteúdo de proteína bruta digestível dos subprodutos verificou-se a mesma tendência, maior valor com o alimento CT (7,53%) e menor valor com o alimento CS (1,42%). Os resultados obtidos foram satisfatórios, segundo Farley et al. (1995) e Gibbs et al. (1996), a digestibilidade da fração protéica para equínos pode variar de 28 a 90%. Provavelmente, o aspecto qualitativo da proteína destes subprodutos influenciou a digestibilidade e disponibilidade, como a natureza e localização celular de peptídeos e aminoácidos, se predominantes no conteúdo celular ou se ligadas à parede celular (NIDN/NIDA), e especificamente, se os compostos nitrogenados predominavam na constituição da proteína verdadeira (VAN SOEST, 1994). Adicionalmente, o teor em fibra dos subprodutos podem ter contribuído para obtenção de menores valores em PBD nos subprodutos RS, CS e CM, devido ao efeito físico estimulador da motilidade intestinal (LEWIS, 2001), e até uma possível presença de fatores antinutricionais pode ter minimizado a ação das enzimas proteolíticas no trato digestório, como fatores antitripsina

presentes no grão de soja integral, o que provavelmente pode ter ocorrido na composição do subproduto RS, refletindo o valor de PBD deste alimento (BERGAMASCHINE et al., 1999). Segundo o NRC (2007) o uso da proteína digestível para atendimento das exigências aminoácidas do cavalo atleta ou de serviço deve ser cauteloso, uma vez que a digestibilidade varia de acordo com a fonte de proteína e sua concentração na dieta.

Para a digestibilidade extrato etéreo observou-se maior valor com os subprodutos de grãos de oleaginosas, no caso o alimento RS (75,86%), e menor valor com os subprodutos de grãos de cereais, no caso o alimento CM (34,52%). Para os valores de extrato etéreo digestível, observou-se a mesma tendência, maior valor com o alimento RS (5,11%) e menor valor com o alimento CS (0,42%), o que pode ser reflexo não só da quantidade de lipídios mas também possível interferência da qualidade ou perfil de ácidos graxos insaturados. A quantidade de extrato etéreo presente em um alimento possui relação direta com a concentração e disponibilidade aos animais, pois, em sua maior parte, as substâncias que compõem a fração lipídica do alimento encontram-se “desvinculados” da parede celular ou qualquer estrutura que dificulte a digestão e absorção pelo animal (CUNHA, 1991; LEWIS, 2001; NRC, 1989). Segundo Jansen et al. (2002), dietas para equínos com altos teores em lipídios podem elevar a produção de bile e lipase pancreática, propiciando aumento na digestão do extrato etéreo, corroborado pelos estudos de Kronfeld et al. (2004), ao sugerirem que a redução da concentração e atividade da lipase contribui na diminuição da digestibilidade do extrato etéreo, em resposta a baixa concentração de lipídios totais no intestino delgado, assim, diretamente relacionado ao conteúdo de óleos ou gorduras em ingredientes das dietas de equinos.

Para a digestibilidade da fibra em detergente neutro dos subprodutos agroindustriais, observaram-se maiores valores com os alimentos CM (84,32%) e CS (82,53%), não constatando-se diferença significativa entre eles; enquanto o menor valor foi obtido com o alimento CT (20,44%). Para o conteúdo de fibra em detergente neutro digestível, o maior valor foi verificado com o alimento CS (53,04%) e o menor valor foi verificado com o alimento CT (5,40%). Por sua vez, a digestibilidade da fibra em detergente ácido apresentou o maior valor com o alimento CS (85,75%) enquanto o menor valor foi

Para o conteúdo de fibra em detergente ácido digestível o maior valor foi obtido com o alimento CS (40,77%) e o menor valor foi obtido com o alimento CT (1,22%). A digestibilidade dos carboidratos não-estruturais proporcionou o maior valor com o alimento CM (96,92%) e menor valor com o alimento CS (51,53%). Para o conteúdo de carboidratos não-estruturais digestíveis valores máximos foram obtidos com os alimentos CT (35,82%) e CM (35,21%), enquanto valores mínimos foram obtidos com o alimentos RS (10,71%) e CS (10,42%), não constatando-se diferença significativa entre os valores máximos e mínimos, respectivamente.

Comparativamente, os alimentos estudados refletem a quantidade e qualidade de suas frações nutricionais, mais especificamente o aporte nutricional propiciado pelo alimento CS em termos de polissacarídeos fibrosos ou carboidratos estruturais (ação microbiana cecal), em contraste ao aporte nutricional propiciado pelo alimento CM em termos de polissacarídeos amiláceos ou carboidratos não-estruturais (ação enzimática duodenal). Apesar dos valores intermediários obtidos com alimento RS pode-se inferir sobre a boa qualidade da fração fibrosa em função da digestibilidade bem superior àquele apresentado pelo alimento CT, no entanto, para este último, a digestibilidade e o aporte da fração amilácea evidenciam inerência à quantidade, mas não à disponibilidade. Como na maioria dos animais não-ruminantes, a digestão dos carboidratos não-estruturais depende da origem botânica no que se refere à textura vítrea ou amorfa do polissacarídeos amiláceos e conseqüentemente, relação amilose/amilopectina, além do tipo de processamento do alimento, o qual pode propiciar transformações físicas que alterem a digestibilidade dos grânulos amiláceos (ARRUDA *et al.*, 2000). Já a casca de soja destaca-se entre os subprodutos, pois apesar do alto teor em fibra, apresenta baixa lignificação da parede celular ou fraca complexação com a lignina, em contrapartida a uma elevada concentração em pectina e hemicelulose prontamente fermentescíveis (ARRUDA *et al.*, 2003; COVERDALE *et al.*, 2004; MIRON *et al.*, 2001), conforme sugerido por Silva (1999), que ao avaliar a degradabilidade ruminal da casca de soja, observou a presença de parede celular altamente propícia à atividade fibrolítica. Quadros *et al.* (2004), também observaram excelentes valores de digestibilidade da fração fibrosa de dietas contendo casca de soja para equinos, permitindo-nos inferir sobre possível

otimização no aproveitamento energético a partir da atividade fermentativa simbiótica, produção e utilização de ácidos graxos voláteis de cadeia curta e conseqüente aumento na biomassa microbiana na região do ceco-cólon. Desta maneira, a digestibilidade dos carboidratos totais de cada um dos subprodutos agroindustriais acaba por refletir as características supra mencionadas para fracionamento dos carboidratos, ou seja, os maiores valores foram verificados com os alimentos CM (57,18%), CS (56,73%) e RS (56,17%), não constatando-se diferença significativa entre eles, verificando-se ainda menor valor com o alimento CT (41,08%); enquanto, para o conteúdo de carboidratos totais digestíveis, obtiveram-se maiores valores com os alimentos CM (48,12%) e CS (32,23%).

Para a digestibilidade aparente da energia bruta de cada um dos subprodutos agroindustriais, observou-se maior valor com os alimentos CS (57,67%), RS (54,45%) e CM (54,09%), não constatando-se diferença significativa entre eles, enquanto o alimento CT apresentou o menor valor (43,00%). Para o teor de energia digestível aparente, obteve-se maior valor com o alimento CM (2101 kcal/kg) e CM (2036,32 kcal/kg) e RS (1993,20 kcal/kg) não constatando-se diferença significativa entre eles, enquanto o alimento CT apresentou o menor valor (1724,80 kcal/kg). Estes resultados sugerem influências proporcionais à disponibilidade de carboidratos (FDN) e lipídios (EE) digestíveis nos alimentos estudados. Além disso, para cada um dos subprodutos agroindustriais avaliados verificou-se uma correlação específica entre os valores de digestibilidade aparente e o aporte nutricional das frações protéica e energética, destacando-se os resultados obtidos com os alimentos RS e CT para os teores de proteína digestível, e os resultados obtidos com os alimentos CS e CM para os teores de energia digestível, em íntima especificidade com fracionamento dos carboidratos, particularmente a influência da qualidade da fração fibrosa destes alimentos. No caso dos valores extremos, máximo e mínimo, o alimento CT apresentou um maior conteúdo de proteína digestível em contraste com a menor digestibilidade da fração fibrosa, enquanto o alimento CS apresentou um menor conteúdo de proteína digestível em contraste com a maior digestibilidade da fração fibrosa.

Tais variações fundamentam-se nas características químico - bromatológicas destes alimentos, cujos efeitos interativos com demais

componentes das dietas, durante sua passagem pelo trato digestório dos eqüinos, determinaram uma maior ou menor digestibilidade de nutrientes (ARAÚJO, 1992; ALMEIDA et.al., 1999). Os menores valores de digestibilidade da FDN e da FDA podem ser justificados parcialmente pelo alto teor de proteína ligado a parede celular, ou seja, proteína insolúvel em detergente neutro, associado a maior complexação lignocelulósica da parede celular vegetal, resultado da presença dos caules e hastes como no caso do alimento RS (BERGAMASCHINE et.al., 1999). Por outro lado, dietas com elevados teores em lipídios totais favorecem a redução na digestibilidade da fibra, provavelmente devido ao recobrimento externo das partículas dos componentes fibrosos, formando uma camada protetora que impede a ação da microflora cecal, no entanto, este efeito sobre a atividade fermentativa pode ser influenciada não só pelos teores de lipídios da dieta, mas também pela taxa de passagem da digesta e mudança nos substratos fermentáveis (JANSEN et.al., 2002; JANSEN et.al., 2007). Portanto, todos os subprodutos submetidos à avaliação nutricional mostraram-se passíveis de uso na alimentação de eqüinos, mas vale ressaltar que nível de inclusão nas dietas dependerá da disponibilidade e custo de obtenção destes subprodutos, procurando estabelecer no balanceamento dietético uma combinação que possa atender as necessidades nutricionais, garantir a normalidade fisiológica do trato digestório e saúde do animal, conseqüentemente, propiciar produtividade ou esportividade compatíveis ao requerimento zootécnico.

CONCLUSÃO

Na avaliação nutricional dos subprodutos agroindustriais, casca de soja e casca de milho proporcionaram os melhores valores de energia digestível, enquanto resíduo de soja e casca de trigo destacaram-se em termos de proteína digestível, portanto, a adequada combinação destes alimentos não-convencionais como eventuais substitutivos em rações completas para eqüinos demonstrou ser viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.I.V.; FERREIRA, W.M.; ALMEIDA, F.Q. et al. Composição química e predição do valor nutritivo de dietas para eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1268-1278, 1999.

ARAÚJO, L.D.O. **Comparação da digestibilidade aparente em eqüinos submetidos a dieta composta de concentrado e volumosos, fornecidos com diferentes intervalos de tempo.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1992. 72p. (Dissertação em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1992.

ARRUDA, A.M.V., CARREGAL, R.D., FERREIRA, R.G. Digestibilidade de Rações contendo Diferentes Níveis de Amido para Coelho em Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.769-775, 2000.

ARRUDA, A.M.V.; LOPES, D.C.; FERREIRA, W.M. et al. Atividade microbiana cecal e contribuição nutricional da cecotrofia em coelhos alimentados com diferentes fontes de fibra e níveis de amido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.891-902, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

BERGAMASCHINE, A.F.; FILHO, W.V.V.; DUARTE, E.F. et al. Degradabilidade In Situ e Digestibilidade In Vivo do Resíduo do Pré-Processamento da Soja (*Glycine max* L. Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.3, p.724-732, 1999.

COVERDALE, J.A.; MOORE, J.A.; TYLER, H.D.; et al. Soybean hulls as an alternative feed for horses. **Journal of Animal Science**, (82):1663-1668, 2004.

CUNHA, T. J. **Horse feeding and nutrition**. London: Academy Press, Inc. 2 ed., 1991, 445 p.

FARLEY, E.B.; POTTER, G.D.; GIBBS, P.G. et al. Digestion of soybean meal protein in the equine small and large intestine at various levels of intake. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.66, n.2, p.400-406, 1995.

FRAPE, D. **Equine Nutrition e Feeding**. 3.ed. Victoria, Blackwell Publishing, 2004. 650p.

FURTADO, C.E.; TOSI, H.; VITTI, D.M.S.S. et al. Gaiola de Metabolismo para Eqüinos. **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.813-816, 2000.

- GIBBS, P.G.; POTTER, G.D.; SCHELLING, G.T. et al. The significance of small vs large intestinal digestion of cereal grain and oilseed protein in the equine. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.16, n.2, p.60-65, 1996.
- GONÇALVES, L.C.; REZENDE, A.S.C.; CARVALHO, M.A.G. Digestibilidade aparente em equídeos submetidos a três condutas de arrastamento. Belo Horizonte, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.4, p.421-427, 1998.
- HOFFMAN, R.M.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S. et al. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: direct assay and seasonal variation. **Journal of Animal Science**, v.79, p.500-506, 2001.
- JANSEN, W. L.; CONE, S. N. J.; GEELEN, M.M. High fat intake by ponies reduces both apparent digestibility of cellulose and cellulose fermentation by faeces and isolated caecal and colonic contents. **Animal Feed Science and Technology**, v.133, p.298-308, 2007.
- JANSEN, W.L.; GEELEN, S.N.J.; VAN DER KUILEN, J. et al. Dietary soybean oil depresses the apparent digestibility of fiber in trotters when substituted for an iso-energetic amount of corn starch or glucose. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n.3, p.302-305, 2002.
- KRONFELD, D.S.; HOLLAND, J.L.; RICH, G.A. et al. Fat digestibility in *Equus caballus* follows increasing first-order kinetics. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 1773-1780, 2004.
- KRONFELD, D. A practical method for ration evaluation and diet formulation: an introduction to sensitivity analysis In: **Advance on equine nutrition II**. Kentucky Equine Research, Inc., Versailles, Kentucky, USA, p.13-28, 2001.
- LEWIS, L.D. **Equine Clinical Nutrition**. Philadelphia. Ed. Williams & Wilkins, 1995. 587p.
- LEWIS, L.D. **Nutrição Clínica Equina: Alimentação e Cuidados**. São Paulo, Ed. Roca, 2001. 711p.
- MANZANO, A.; MANZANO, M.F.F.L. Utilização do Guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp) na alimentação de equínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.459-468, 1990.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Storrs Research Report...Connecticut: The University of Connecticut**. Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.
- MIRON, J., YOSEF, E.; BEN-GHEDALIA, D. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, (49):2322-2326, 2001.
- MOORE-COLYER, M.J.S.; HYSLOP, J.J.; LONGLAND, A.C.; et al. The mobile bag technique as a method for determining the degradation of four botanically diverse fibrous feedstuffs in the small intestine and total digestive tract of ponies. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 729-740, 2002.
- MORENETI, C. A.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T. et al. Avaliação nutricional de alguns alimentos para equínos por meio de ensaios metabólicos. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 3, p. 621-626, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of horses**. 5. ed Washington, D.C.: 1989. 100p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of horses**. 6.ed. Washington, D.C.: 2007. 341p.
- OLIVEIRA, K.; FURTADO, C.E.. Digestibilidade Aparente Dietas com Diferentes Níveis de Farelo de Canola para Cavalos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p.181-186. 2001.
- PEREIRA, J.C.; CARMO, M.B.; MOTTA, V.A.F. et al. Feno de aveia associado ao concentrado em diferentes proporções na alimentação de equínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n.5, p.359-366, 1989.
- QUADROS, J.B.S.; FURTADO, C.E.; BARBOSA, E.D. et al. Digestibilidade Aparente e Desenvolvimento de Equínos em Crescimento Submetidos a Dietas Compostas por Diferentes Níveis de Substituição do Feno de Tifton 85 pela Casca de Soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.4, p.564-574. 2004.

SANTOS, C.P.; FURTADO, C.E.; JOBIM, C.C. et al. Avaliação da Silagem de Grão Úmido de Milho na Alimentação de Equinos em Crescimento: Valor Nutricional e Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.3, p.1214-1222. 2002.

SILVA, L.D.F. **Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestões ruminal e intestinal de rações de bovinos**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1999. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1999.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. Ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, 235p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets – II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

PAGAN, J. D. Forages for horses: more than just filler. In: ADVANCES ON EQUINE NUTRITION I. **Versailles: Kentucky Equine Research, Inc.** p.13-28, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p. (Manual do usuário)

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

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd Edition. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

WHITAKER, H.M.A.; CARVALHO, R.L. Substituição do milho pelo sorgo em rações para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.139-143, 1997.