

Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente

Lipids in diets for Holstein steers: apparent digestibility

JORGE, João Ricardo Vieira¹; ZEOULA, Lúcia Maria; PRADO², Ivanor Nunes do²; SILVA, Robério Rodrigues^{3*}; ANDRADE, Ricardo Vargas de¹; PRADO, Juliana Martin do¹; BUBLITZ, Eder Eduardo¹

¹Doutor em Zootecnia, Antônimo, Maringá, PR, Brasil.

²Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, PR, Brasil.

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais, Itapetinga, BA, Brasil.

*Endereço para correspondência: rrsilva@uesb.br

RESUMO

Doze novilhos holandeses, castrados, com idade média de 26 meses e peso vivo médio de 471kg, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, para avaliar o efeito da inclusão de lipídios na dieta sobre o consumo e o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), amido, extrato etéreo (EE), energia bruta (EB) e a possível substituição de matéria seca indigestível (MSi) por FDN indigestível, como indicador interno. Não houve efeito da inclusão dos lipídios nos consumos de MS (14,58 kg/dia), PB (1,86 kg/dia), FDN (6,44 kg/dia) e FDA (4,22 kg/dia). Os CDA dos nutrientes não foram afetados pela inclusão de lipídios na dieta. A MSi pode ser utilizada como indicador para determinação dos CDA de PB, EE e amido.

Palavras-chave: caroço de algodão, digestibilidade, lipídeos

INTRODUÇÃO

A caracterização do valor nutritivo dos alimentos apresenta grande importância para os ruminantes, pois através deste conhecimento é possível se ajustar adequadamente os nutrientes e energia da dieta ao requerimento dos animais.

Os ruminantes evoluíram com a ingestão de forragens, que são naturalmente

SUMMARY

Twelve Holstein castrated steers averaging 26 months old and an initial weight of 471kg were allotted to a completely randomized design to evaluate the effect of adding lipids in the diet on intake and apparent digestibility (ADC) of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), starch, ether extract (EE), gross energy (GE), and also the possibility of replacing indigestible dry matter (iDM) with indigestible NDF, as an internal marker. No treatment effect on intakes of DM (14.58 kg/day), CP (1.86 kg/day), NDF (6.44 kg/day), ADF (4.22 kg/day) and GE was observed. Nutrient ADC was not affected by dietary lipids inclusion. The iDM can be used as maker to estimate the ADC of CP, EE and starch.

Keywords: cottonseed, digestibility, lipids

pobres em lipídios – teor de 3% na matéria seca (MS). O ecossistema ruminal, um dos melhores exemplos de simbiose da natureza, onde o animal provê o ambiente e o alimento e a microbiota permite o uso da fonte mais abundante de energia, que são as fibras das forragens, não dispõe de dietas com elevado teor de lipídios. O valor crítico de teor de lipídios na dieta estabelecido é de, no máximo, 6% de EE na MS; valores

superiores prejudicam a degradação ruminal. Segundo Valinote (2003), os lipídios são mais energéticos que carboidratos e proteínas, possuindo também digestão pós-ruminal, o que aumenta sua eficiência de utilização. Quantidades de lipídios que ultrapassem 7% da dieta podem prejudicar a degradação ruminal da fibra, em razão de os lipídios aderirem à superfície do alimento, impedindo a ação microbiana sobre a partícula dietética, e de os lipídios insaturados serem tóxicos aos microrganismos ruminais (VALINOTE, 2003).

O caroço de algodão é um subproduto da indústria com potencial e disponibilidade para utilização nas dietas de ruminantes, na tentativa de diminuir os custos com alimentação. A lenta liberação dos lipídios proveniente do caroço de algodão permite a atuação dos microrganismos ruminais na hidrogenação das duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, impedindo o efeito inibidor dos lipídios sobre a digestibilidade da fibra (COPPOCK & WILKS, 1991).

Várias metodologias utilizam indicadores inertes para estimar a produção fecal, com base na razão entre a quantidade do indicador administrado ao animal e sua concentração nas fezes (AROEIRA, 1997).

Berchielli et al. (2000), ao compararem os indicadores FDA_i, FDN_i e lignina, incubados por 144 horas, na estimativa da digestibilidade, não observaram diferença com os valores obtidos por coleta total de fezes.

Detmann et al. (2001) sugeriram a utilização da matéria seca indigestível como indicador interno, uma vez que os processos digestivos removem quase a totalidade dos compostos solúveis e dos insolúveis potencialmente digestíveis. Assim, ao optar por este indicador, existe a vantagem de não necessitar de análises do sistema detergente, o que pode levar à

redução de custos e procedimentos laboratoriais.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de lipídios na dieta na forma parcialmente protegida sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes e a substituição da matéria seca indigestível pela FDN_i, como indicador interno.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental Iguatemi, Maringá – PR.

Foram utilizados 12 novilhos holandeses emasculados cirurgicamente aos 14 meses, com grau de sangue variando 15/16 a PO, idade aproximada de 26 meses e 471 kg de peso, procedentes de uma mesma propriedade rural. Adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições.

Os animais foram alojados em baias (10 m²) cercadas com vergalhões de ferro, com piso de concreto, parcialmente coberto com telhas de zinco. O cocho de alimentação localizava-se na parte coberta, com 2 m lineares/baias, e o bebedouro, com capacidade para 250 litros, na parte descoberta. Foram realizadas limpezas diárias nas baias durante todo o período experimental.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas para atender às exigências estabelecidas pelo NRC (1996) para ganho de peso de 1,2 kg/animal/dia. O fornecimento de matéria seca (MS) das dietas foi estipulado de forma a permitir sobras entre 5 e 10%.

As duas dietas (Tabela 2) foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas, de forma que a primeira tivesse somente o milho como fonte principal de energia (RSG) e a segunda, a

inclusão do caroço de algodão como fonte alternativa de energia e lipídios protegido para os animais (RCG). As dietas foram enriquecidas com calcário e suplemento mineral Phospec 90®, apresentando a seguinte composição para cada kg de

produto: Ca - 140 g, P - 90 g, Na - 115 g, Mg - 12 g, S - 15 g, F - 0,9 g, Cu - 1650 mg, Zn - 4.060 mg, Mn - 1.480 mg, Fe - 1.901 mg, I - 90 mg, Co - 90 mg e Se - 26,5 mg.

Tabela 1. Composição química dos alimentos

Alimento	% MS ¹	PB ^{1*}	FDN ^{1*}	FDA ^{1*}	EE ^{1**}	AM ^{1*}	MSi ^{2*}	FDNi ^{2*}
Milho	88,0	9,4	12,0	4,5	3,9	76,7	1,60	0,65
Farelo de algodão	94,2	46,1	28,0	16,0	1,6	3,7	16,03	13,66
Caroço de algodão	94,4	23,5	51,5	39,3	19,0	1,5	25,04	21,15
Casca de algodão	92,2	10,9	83,7	62,3	3,3	1,6	37,88	34,47
Silagem de milho	35,6	7,68	62,4	35,9	2,5	14,2	20,57	17,30
Suplemento mineral	99,0	-	-	-	-	-	-	-
Calcário	99,0	-	-	-	-	-	-	-

*% de matéria seca; ¹MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = extrato etéreo e AM = amido; ²MSi = matéria seca indigestível e FDNi = fibra em detergente neutro indigestível.

Tabela 2. Composições percentual e química das dietas experimentais

Variável	TSG (%)	TCG (%)
Milho	45,31	36,44
Farelo de algodão	9,04	2,85
Caroço de algodão	-	15,06
Suplemento mineral	0,32	0,32
Calcário	0,32	0,32
Casca de algodão	27,00	27,00
Silagem de milho	18,00	18,00
Total	100	100
Matéria seca (%)	80,3	80,9
Proteína bruta (%)	12,8	12,6
Fibra em detergente neutro *	41,8	46,8
Fibra em detergente ácido *	26,8	31,3
Extrato etéreo *	3,3	5,7
Amido *	38,1	31,3
Nutrientes digestíveis totais (%)	71,2	71,6
Energia líquida de manutenção (kcal/kg)	1.666	1.678
Energia líquida para ganho (kcal/kg)	1.053	1.063
Matéria seca indigestível*	16,1	18,7
Fibra em detergente neutro indigestível*	13,9	16,2

*% de matéria seca.

As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8 e 16h30. Todos os dias, antes do fornecimento pela manhã, as sobras eram recolhidas, pesadas – para o controle do consumo e da quantidade fornecida, identificadas e congeladas para posteriores análises. Foi fornecida água à vontade durante o experimento. Os cochos de água eram limpos semanalmente.

A relação volumoso : concentrado foi de 45:55, utilizando-se silagem de milho e casca de algodão como volumoso.

O período de coleta de alimentos, fezes e sobras tiveram cinco dias de duração, sendo que os animais já estavam recebendo as dietas experimentais por mais de 75 dias. Foram recolhidas amostras diárias das sobras e fezes. As amostras das sobras foram coletadas diariamente após homogeneização, para avaliação do consumo, e as de fezes, às 7h30 e 16h, diretamente do chão, imediatamente após a defecação, com a ajuda de uma colher de haste longa, para evitar contaminação (pêlo e urina). As amostras das sobras e fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas. As amostras diárias foram misturadas ao final do período de cinco dias e congeladas para análises posteriores.

Foram retiradas alíquotas das amostras compostas, que foram pré-secas em estufa de ventilação forçada com temperatura controlada de 55°C. Após a pré-secagem, todo o material foi processado em moinhos com peneira de crivo de 5 mm (para determinação da fração indigestível) e posteriormente de 1 mm, e acondicionado

em recipientes hermeticamente fechados e identificados.

As análises químicas dos suplementos, da forragem e da dieta total foram efetuadas conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por intermédio da equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ (SNIFFEN et al., 1992), enquanto os de carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN.

A matéria seca indigestível (MSi) e a FDN indigestível (FDNi) foram utilizadas como indicador interno, sendo determinadas, respectivamente, pela secagem em estufa a 105°C e pela extração em detergente neutro nas amostras de alimentos, fezes e sobras, segundo métodos da AOAC (1984), descritos em Silva & Queiroz (2002), após 235 horas de incubação *in situ*, em um novilho holandês com cânula ruminal e peso médio de 480 kg. Os sacos de náilon tinham poros com 53 µm de espessura e continham 6 g de amostra seca por saquinho. As amostras foram testadas em triplicata, sendo colocadas dentro do rúmen, utilizando-se para este fim uma corrente de aço com peso na extremidade, para imersão das amostras no conteúdo ruminal. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram lavados em água e encaminhados à estufa de ventilação forçada por 72 horas, sendo posteriormente determinados os teores de MS e FDN dos resíduos de incubação.

Os cálculos de produção fecal e as determinações dos coeficientes de digestibilidade foram realizados conforme Silva & Leão (1979).

Determinação da MS fecal:

$$\text{MS fecal} = \frac{\text{Quantidade de indicador ingerido pelo animal}}{\text{Concentração do indicador na MS das fezes}} \times 100$$

Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes:

$$\text{CDA do nutriente} = \frac{\text{kg nutriente ingerido} - \text{kg do nutriente na MS fecal}}{\text{kg do nutriente ingerido}} \times 100$$

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia metabolizável foram obtidos pela equação $NDT = PBD + FDND + CNFD + (2,25 \times EED)$, em que PBD, FDND, CNFD e EED significam, respectivamente, consumos de PB, FDND, CNFD e EE digestíveis. Para determinação da energia metabolizável, considerou-se que 1 kg de NDT equivale 4,409 Mcal de energia digestível e, para a transformação em energia metabolizável, utilizou-se o valor de 82% de eficiência de utilização de energia digestível.

A energia líquida de manutenção e energia líquida para ganho foi obtida a partir das seguintes equações:

$$ELm = -1,12 + 1,37 EM - 0,138 ME^2 + 0,0105 EM^3$$

$$ELg = -1,65 + 1,42 EM - 0,174 EM^2 + 0,0122 ME^3$$

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas por análises de variância e regressão e as diferenças, avaliadas pelo teste Tukey a 5%, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + e_{ij}$$

Em que Y_{ij} = variável observada; μ = constante geral da variável; G_i = efeito da inclusão de lipídios; e_{ij} = erro aleatório associado à cada observação Y_{ij} .

Para a comparação entre indicadores, foi utilizado teste de correlação entre as variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos médios de MS não diferiram ($P > 0,05$) quando se incluiu lipídios na dieta, obtendo-se valores médios de 14,58 kg/dia, 3,15% PV e 146 g/kg^{0,75}. Da mesma forma, o consumo de PB não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas, tendo apresentado valores médios de 1,84 kg/dia, 0,40% PV e 18,5 g/kg^{0,75} (Tabela 3).

O consumo de FDN não foi afetado ($P > 0,05$) quando se incluiu lipídios na dieta, com valores de 6,44 kg/dia, 1,39% PV e 64,6 g/kg^{0,75}, à semelhança do consumo de FDA, que também não diferiu ($P > 0,05$) quando da utilização da lipídios, com valores de 4,22 kg/dia, 0,91% PV e 42,4 g/kg^{0,75}.

O consumo de EE foi influenciado ($P < 0,05$) pela utilização de lipídios na dieta e foi maior para a dieta contendo caroço de algodão (RCG), com valores de 0,72 kg/dia, 0,16% PV e 7,3 g/kg^{0,75} versus 0,42 kg/dia, 0,09% PV e 4,3 g/kg^{0,75} para a dieta sem lipídios (RSG). Essa diferença no consumo EE pode ser explicada pela formulação das dietas, sendo que RCG continha 73% mais de EE que RSG.

De forma inversa, o consumo de amido foi influenciado ($P < 0,05$) pela inclusão de lipídios, tendo sido maior quando não se utilizou RSG, com valores de 5,75 kg/dia, 1,24% PV e 57,5 g/kg^{0,75} versus 4,35 kg/dia, 0,94% PV e 43,5 g/kg^{0,75} para RCG. O consumo de amido superior para RSG pode ser explicado pelo maior teor de amido na formulação desta dieta, com 22% a mais de amido.

A não influência da inclusão de lipídios no CMS foi reportada na literatura. Zinn et al. (2000), trabalhando com 2% de lipídios de origem animal, 2% de lipídios de origem animal mais 4% de lipídios protegida, 4% de lipídios de origem animal mais 2% de lipídios protegida e 6% de lipídios de origem animal, concluíram que o uso de 6% de lipídios não alterou o CMS, obtendo valores de 8,77; 8,41; 8,46 e 8,62 kg/dia. Hill & West (1991) usaram 4,5% de lipídios protegida em confinamento de novilhas e não verificaram diferenças no CMS (9,9 kg) em relação às dietas que não continham este produto. Vilella et al. (1996) concluíram que o caroço de algodão pode ser utilizado até o nível de 30% na ração concentrada, sem influir no consumo de nutrientes ou na produção de leite

Tabela 3 Consumos de matéria seca, matéria seca em relação a 100 kg de peso vivo, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo e amido e coeficientes de variação (CV) de animais alimentados com rações com (RCG) ou sem (RSG) lipídios.

Itens	RSG	RCG	CV (%)
Consumo de Matéria Seca			
kg/dia	15,2	13,9	8,5
g/kg ^{0,75}	152,7	139,5	8,5
% PV	3,29	3,01	8,5
Consumo de Proteína Bruta			
kg/dia	1,93	1,76	8,4
g/kg ^{0,75}	19,4	17,6	8,4
% PV	0,42	0,38	8,4
Consumo de Fibra em Detergente Neutro			
kg/dia	6,39	6,49	8,9
g/kg ^{0,75}	64,1	65,0	8,9
% PV	1,38	1,40	8,8
Consumo de Fibra em Detergente Ácido			
kg/dia	4,09	4,35	8,7
g/kg ^{0,75}	41,1	43,6	8,7
% PV	0,89	0,94	8,6
Consumo de Extrato Etéreo			
kg/dia	0,42 ^b	0,72 ^a	9,3
g/kg ^{0,75}	4,3 ^b	7,3 ^a	9,0
% PV	0,09 ^b	0,16 ^a	8,9
Consumo de Amido			
kg/dia	5,75 ^a	4,35 ^b	8,3
g/kg ^{0,75}	57,5 ^a	43,5 ^b	8,4
% PV	1,24 ^a	0,94 ^b	8,4

^{a,b}Médias seguidas de letras na mesma linha diferem (P>0,05) pelo teste Tukey; PV = peso vivo.

Por outro lado, Ngidi et al. (1990) confinaram novilhos com 0, 2, 4 e 6% de lipídios protegida em dieta com 15% de silagem e 85% de concentrado e observaram que o acréscimo de lipídios protegida resultou em diminuição no CMS, com valores de 7,8 e 6,9 kg/dia, para os níveis de 4 e 6% de lipídios, respectivamente, o que pode estar relacionado à elevada concentração energética. A ausência de efeito da utilização de lipídios no CMS não corrobora com os valores obtidos no período total de confinamento, conforme demonstrado no trabalho anterior. A utilização de menor período de amostragem (5 dias) e reduzido número de animais (12) pode ter mascarado o efeito

de diminuição no CMS reportado para o período total de confinamento, apesar de o CMS obtido deste experimento ter apresentado valores numericamente diferentes (P = 0,13) com diminuição de consumo, sendo estes de 15,2 kg/dia, 3,29% PV e 152,7 g/kg^{0,75} para RSG e 13,9kg/dia, 3,01% PV e 139,5 g/kg^{0,75} para RCG.

O elevado CMS encontrado neste trabalho pode estar relacionado à utilização da casca de algodão como volumoso. Dados apresentados na literatura permitem inferir que o uso de casca de algodão na dieta tem proporcionado consumos superiores, sem, no entanto, aumentar a produtividade animal, o que indica que a casca de

algodão não tem o mesmo efeito redutor no consumo que outros volumosos (Hall & Akinyode, 2000). Embora, geralmente, o teor de FDN esteja correlacionado negativamente ao CMS, isto não tem acontecido com a casca de algodão. Entretanto, vale salientar que a casca é rica em FDA e lignina, contribuindo para que o CMS não fosse afetado em função da elevada participação de concentrado, contudo, pode influenciar a digestibilidade da fibra. Moore et al. (1990) avaliaram a substituição de feno de alfafa por casca de algodão ou palhada de trigo em dietas com 35% de volumoso e constataram o aumento do CMS para as dietas com casca

de algodão, sendo que a digesta ruminal destes animais apresentou-se homogênea e menos estratificada que a digesta dos animais dos demais tratamentos. Isto deve ter aumentado a taxa de passagem do conteúdo ruminal, permitindo maior consumo de MS.

Magalhães et al. (2003), avaliando o consumo de bovinos mestiços de origem leiteira com predominância de sangue Holandês, alimentados com 30% de casca de algodão em substituição à silagem de capim elefante, observaram CMS de 3,38% PV e CFDN de 1,63% PV, valores superiores aos desta pesquisa.

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para dietas experimentais, com (RCG) ou sem (RSG) adição de lipídios e coeficientes de variação

Indicador	RSG	RCG	CV (%)
CDA da Matéria Seca %			
FDNi*	50,6	49,5	8,1
MSi*	47,7	41,0	10,9
CDA da Proteína Bruta %			
FDNi*	59,3	55,4	10,1
MSi*	56,9	48,0	12,7
CDA da Fibra em Detergente Neutro %			
FDNi*	24,8	24,2	20,9
MSi*	21,4	18,2	19,7
CDA da Fibra em Detergente Ácido %			
FDNi*	24,8	23,8	25,4
MSi*	19,1	17,4	21,6
CDA do Extrato Etéreo %			
FDNi*	74,5	74,6	5,5
MSi*	72,7	70,4	6,2
CDA do Amido %			
FDNi*	83,5	85,2	4,7
MSi*	82,6	82,7	5,3

*FDNi = fibra em detergente neutro indigestível e MSi = matéria seca indigestível.

A inclusão de lipídios na dieta não influenciou ($P>0,05$) o CDA MS, com valores médios de 50,0% (FDNi) e 44,4% (MSi). A correlação entre os dados obtidos para os dois indicadores foi de 0,62 ($P=0,016$).

Comportamento semelhante foi obtido para CDA PB, com valores médios de 57,3% (FDNi) e 52,4% (MSi), sendo a correlação de 0,87 ($P<0,01$). A inclusão de lipídios também não afetou o CDA FDN, observando-se valores médios de 24,5%

(FDNi) e 19,8% (MSi) e correlação de 0,51 entre os indicadores ($P < 0,05$).

Para o CDA FDA, os valores foram 24,3% (FDNi) e 19,1% (MSi), não sofrendo influência das dietas. A correlação encontrada foi de 0,35 ($P > 0,05$).

O CDA EE se apresentou com valor médios de 74,6% (FDNi) e 71,5% (MSi), com correlação de 0,92 ($P < 0,01$). Seguindo o mesmo comportamento dos demais coeficientes estudados no que se diz respeito à presença de lipídeos.

As correlações sugerem que a utilização da MSi como indicador pode substituir a FDNi para cálculos de CDA PB ($r = 0,87$; $P < 0,01$), do amido ($r = 0,94$; $P < 0,01$) e do EE ($r = 0,92$; $P < 0,01$). Mais estudos são necessários para assegurar que a MSi possa ser utilizada como indicador interno, como já acontece com a FNDi. Com uso da MSi, têm-se vantagens econômicas nas análises laboratoriais, por não necessitar da utilização do sistema detergente, estando de acordo com Detmann et al. (2001).

A não influência da utilização de lipídios na digestibilidade dos nutrientes pode ter ocorrido pelo fato de o caroço de algodão possuir linter e um revestimento composto na maior porcentagem por fibra. Estas características proporcionam lenta liberação dos lipídios no ambiente ruminal no decorrer do dia, devido à regurgitação e remastigação das sementes. Este fato permite a ação dos microrganismos ruminais em hidrogenar as ligações duplas dos ácidos graxos insaturados, de forma cadenciada, impedindo o efeito inibidor dos lipídios sobre a digestibilidade da fibra (COPPOCK & WILKS, 1991), além da quantidade não ser suficiente para aderir à partícula do alimento, ocasionando impedimento físico aos microrganismos e às enzimas microbianas (VALINOTE, 2003).

Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos relatados por Villela et al. (1997), ao avaliarem os efeitos da

inclusão de caroço de algodão às rações sobre as digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal da MS, matéria orgânica (MO), PB, FDN, carboidratos totais e EE, em vacas 7/8 Holandês x Zebu. Esses autores utilizaram silagem de milho, como volumoso, em rações com 0, 10, 20 e 30% de caroço de algodão, com valores médios de 57,5; 51,7; 34,2 e 85,5% para CDA de MS, PB, FDN e EE, respectivamente.

Zin et al. (1993) reportaram respectivos valores de CDA da MO, FDA, PB e amido de 78; 32,5; 69,3 e 99,5% para novilhos holandeses alimentados com 20% de caroço de algodão em uma dieta com 80% de concentrado. Zin et al. (2000), trabalhando com dietas contendo 2% de lipídios de origem animal, 2% de lipídios de origem animal mais 4% de lipídios protegida, 4% de lipídios de origem animal mais 2% de lipídios protegida e 6% de lipídios de origem animal, encontraram valores de CDA da MO, FDN, PB e amido de 82%; 41,72; 79,36 e 98,54%, respectivamente, para as dietas com 6% de lipídios animal.

O valor de CDA da FDN observado neste trabalho foi inferior aos encontrados, que reportou valores de 42,5 e 42,3% para dietas com ou sem lipídios, respectivamente, quando utilizou silagem de milho como volumoso, e de 35,0 e 36,7%, com a cana-de-açúcar, sem efeito da adição de lipídios em ambas as dietas. De acordo com por Detmann et al. (2001), entre os fatores que afetam diretamente a digestibilidade de um alimento, destaca-se o nível de consumo do animal. Esta relação obedece a um padrão inversamente proporcional, ou seja, quanto menor o nível de consumo, maior a digestibilidade do alimento, fato que envolve fenômenos como a redução da taxa de passagem ruminal.

Os baixos valores encontrados para CDA dos nutrientes neste experimento podem ser explicados pela utilização de casca de algodão como volumoso. O aumento do CMS decorrente da utilização da casca de

algodão como volumoso ou da elevada quantidade de concentrado (55%) e o conseqüente incremento da taxa de passagem do conteúdo ruminal podem ter sido responsáveis pelos baixos valores de digestibilidades deste trabalho. Da mesma forma Moore et al. (1990) relataram baixos valores de CDA MS de 59,7%, quando utilizaram a casca de algodão em substituição ao feno de alfafa, em dietas com 35% de volumoso. Zeoula et al. (2000) relataram que a CIA superestima e a FDNi subestima os coeficientes de digestibilidade, tornando difícil a comparação dos resultados quando diferentes indicadores são utilizados. Chizzotti et al. (2005) avaliaram o efeito da substituição da silagem de capim-

elefante pela casca de algodão, em novilhos de origem leiteira, com predominância de sangue Holandês. Esses autores, ao utilizarem o nível máximo (30%) de substituição de casca de algodão na dieta, observaram CMS de 3,14% PV, CDA da MS de 54,36%, CDA da PB de 61,45%, CDA do EE de 84,67% e CDA da FDN de 36,20%.

Os consumos de EB, Elm e Elg, expressos em função do peso metabólico dos animais, não foram influenciados pela inclusão de lipídios nas rações, com valores médios 650kcal EB/kg^{0,75}, 248 kcal ELm/kg^{0,75} e 158 kcal ELg/kg^{0,75} (Tabela 5).

Não houve efeito da utilização de lipídios no CDA da EB, com valor médio de 51,3%.

Tabela 5. Consumos de energia bruta (CoEB), energia líquida de manutenção (CoElm) e energia líquida de ganho (CoELg), coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CDA EB) e valores energéticos das rações experimentais com (RCG) ou sem lipídios (RSG)

Variável	RSG	RCG	CV (%)
CoEB kcal/kg ^{0,75}	672	629	8,6
CoELm kcal/kg ^{0,75}	257	238	8,2
CoELg kcal/kg ^{0,75}	163	152	8,1
CDA EB %	51,3	51,2	8,1
ED kcal/kg	2.260	2311	8,1
EM kcal/kg	1.853	1.895	8,1
ELm kcal/kg	1.010	1.050	14,1
ELg kcal/kg	460	497	28,1

Médias seguidas de letras na mesma linha diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

Os baixos valores energéticos obtidos para as dietas podem ter sido causados pelo baixo coeficiente de digestibilidade da EB, que é utilizada para o cálculo destes valores.

Verifica-se que os valores observados para o CDA da FDN das rações (Tabela 4) foram baixos (24,5%), o que significa que menos energia digestível do volumoso, principalmente a casca de algodão, estaria disponível, resultando em baixo CDA da EB. Devido a isso, os valores de ED, EM,

Elm e Elg observados foram menores que os previstos nas rações experimentais.

A inclusão de lipídios na dieta não afeta o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, se incluída dentro dos níveis testados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC. **Official methods of analysis**, 14.ed. Washington, 1984. 1065p.

AROEIRA, L.J.M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: U FLA, 1997.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MAGALHÃES, K.A.; MARCONDES, M.I. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.

COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effect on intake, digestion, milk yield and composition. **Journal of Animal Science**, v.69, n.9, p.3826-3837, 1991.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; EUCLYDES, R.F.; LANA, R.P.; QUEIROZ, D.S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

HALL, M.B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 11, 2000, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville, 2000. p.179-186.

HILL, G.M.; WEST, J.W. Rumen protected fat in Kline barley or corn diets for beef cattle: digestibility, physiological and feedlot responses. **Journal of Animal Science**, v.69, p.3376-3388, 1991.

KEARL, L.C. **Nutrients requeriments of ruminants in developing countrys.** Logan: Utah State University/ International Feedstuffs Institute, 1982. 271p.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; PORTO, M.O.; ARAÚJO, A.M.; MARCONDES, M.I.; ANDREATTA, K.; PINA, D.S.; DUARTE, R.R.; DUARTE, M.S. Consumo e desempenho de novilhos de origem leiteira confinados alimentados com diferentes níveis de casca de algodão In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gnosis, 2003.

MOORE, J.A.; POORE, M.H.; SWINGLE, R.S. Influence of roughage source on kinetics of digestion and passage, and on calculated extents of ruminal digestion in beef steers fed 65% concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3412-3420, 1990.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of beef cattle.** Washington, 1996.

NGIDI, M.E.; LOERCH, S.C.; FLUHARTY, F.L.; PALMQUIST, D.L. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2555, 1990.

PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos.** Piracicaba: FEALQ, 1995. 25p.

SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979, 380p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa:UFV, 2002. p.235.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

VALINOTE, A.C. **Utilização de lipídios e monensina sobre a fermentação e cinética ruminal e protozoários ciliados de novilhos da raça nelore.** 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga:

VILLELA, S.D.J.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I.; CECON, P.R.; PEREIRA, J.C. Caroço de algodão para vacas leiteiras. I. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.156-173, 1996.

VILLELA, S.D.J.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. Caroço de algodão para vacas leiteiras 2. Efeito na digestão total e parcial dos nutrientes, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação da matéria seca e proteína bruta. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.186-194, 1997.

ZEOULA, L.M.; KASSIES, M.P.; FREGADOLLI, F.L.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.; CALDAS NETO, S.F.; DALPONTE, A.O. Uso de indicadores na determinação da digestibilidade parcial e total em bovinos. **Acta Scientiarum**, v.23, n.3, p.771-777, 2000.

ZINN, R.A.; PLASCENCIA, A. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.1, p.11-17, 1993.

ZINN, R.A.; GULATI, S.K.; PLASCENCIA, A.; SALINAS, J. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1738-1746, 2000.

Data de recebimento: 04/03/2008

Data de aprovação: 11/11/2008