

Desempenho produtivo de tourinhos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo germen de milho integral¹

Productive performance of Nelore x Limousin bulls receiving diets containing integral germ corn

Fabrcia Rocha Chaves Miotto^{2*}, José Neuman Miranda Neiva³, Tadeu Vinhas Voltolini⁴, Marcos Cláudio Pinheiro Rogério⁵ e Kélvia Jácome de Castro⁶

Resumo - Foi objetivo deste trabalho avaliar o consumo de nutrientes e o desempenho produtivo de bovinos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo 0; 15; 30 e 45% de germen de milho integral (GMI) na matéria seca (MS) das rações, com relação volumoso:concentrado de 25:75. Utilizaram-se 24 tourinhos Nelore x Limousin em confinamento distribuídos em quatro dietas e seis repetições num delineamento inteiramente casualizado. Os animais apresentavam idade de 20 meses e peso médio inicial de 321,25 kg. Foram avaliados os consumos MS, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), hemicelulose (HEM) e extrato etéreo (EE). Como indicadores de desempenho avaliou-se ganho de peso total (GPT), ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA). Não foi observado efeito das adições de GMI sobre os consumos de MS. Porém, a inclusão de GMI proporcionou aumento nos consumos de PB, FDN, FDA, HEM e EE. Para cada 1% de inclusão de GMI na dieta foram elevados em 4; 20; 9; 11 e 8 g, os consumos diários de PB, FDN, FDA, HEM e EE, respectivamente. O consumo de CNF foi reduzido com o aumento de GMI nas dietas. Os GPT e GMD foram elevados em 636 g e 10 g dia⁻¹, respectivamente, para cada 1% de adição de GMI às dietas. A CA não foi influenciada pela inclusão de germen de milho apresentando média de 4,49 unidades. Concluiu-se que o GMI pode ser incluído em nível de até 45% da MS em dietas para bovinos machos terminados em confinamento.

Palavras-chave - Confinamento. Conversão alimentar. Ganho de peso. Subprodutos. Valor nutritivo.

Abstract - The present research was developed to evaluate the nutritional intake and productive performance of feedlot finishing Nelore x Limousin young bulls receiving diets containing 0; 15; 30 and 45% of integral germ corn (IGC) in dry matter, with roughage: concentrate ratio of 25:75. Twenty-four Nelore x Limousin bulls were used, distributed in four treatments and six replicates, in completely randomized design. The animals presented average initial weight of 321,25 kg and 20 months of age. The variables evaluated were: the intake of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulosis (HEM), non fiber carbohydrates (NFC), and ether extract (EE). As performance parameters were evaluated total weight gain (TWG), average daily gain (ADG) and feed conversion (FC). Effects of additions of IGC were not observed on the intake of DM. Therefore, the inclusion of IGC provided increase in the CP, NDF, ADF, HEM and EE intakes. For each 1% of inclusion provided there was an increase of 4; 20; 9; 11 and 8 g, a day in the CP, NDF, ADF, HEM and EE intake, respectively. The NFC intake was reduced with the increase of the IGC levels in the diets. TWG and ADG were add up to 636 g and 10g day⁻¹, respectively, for each addition of 1% of IGC in the diets, however, no effect on FC was observed, presenting average of 4,49. IGC can be including in up to 45% in the diet of feedlot finishing bulls, receiving diets with 75% of concentrate.

Key words - By-products. Feedlot. Feed conversion. Nutritive value. Weight gain.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 05/10/2008; aprovado em 05/11/2009

Parte da dissertação apresentada pela primeira autora à universidade Federal do Tocantins para a obtenção do título de mestre em Ciência Animal Tropical

²Programa de Pós-graduação da UFG, Goiânia-GO, Brasil, fabriciarchaves@hotmail.com

³Departamento de Zootecnia, EMVZ/UFT, BR-153, Km 112, Caixa Postal 132, Araguaína-TO, Brasil, 77.804-970, araguaia2007@gmail.com

⁴Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, Brasil

⁵Veterinário, Professor adjunto da Universidade Vale do Acaraú, Sobral-CE, Brasil

⁶Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Minas Gerais

Introdução

Em qualquer processo de produção animal, a alimentação é fator preponderante para o sucesso do empreendimento sendo este fator o que mais onera o custo de produção de bovinos, especialmente daqueles mantidos em regime de confinamento. Restle et al. (2007) observaram que a alimentação (volumoso mais concentrado) foi o componente de custo mais representativo (média de 77,2%) na produção de bovinos de corte em confinamentos, desconsiderado o custo de compra do animal. Assim, a busca por maior lucratividade deve focar principalmente a redução no custo com alimentação.

A utilização de subprodutos agroindustriais têm sido uma das principais estratégias adotadas principalmente na alimentação dos bovinos. Cada região busca por alimentos mais baratos e ajustados à sua realidade no sentido de logística, custo e adequação ao seu sistema de produção. Além disso, o uso de grãos como os do milho e da soja para a alimentação animal concorre diretamente com a alimentação humana. A atual crise de fornecimento de alimentos no mundo impulsiona a procura por alimentos alternativos que sejam substitutos eficientes e viáveis. Assim, vários estudos têm sido realizados com resíduos industriais para determinação de seus valores nutritivos e potencial alimentício para animais de produção, dentre eles os ruminantes (MACIEL et al., 2008; MENDES et al., 2005b; PETER et al., 2000).

O processamento de alimentos em nível industrial gera diversos resíduos que de maneira geral possuem bom potencial nutricional, principalmente para a alimentação de bovinos. Da industrialização do milho é originado o farelo de gérmen de milho que pode ser comercializado na forma integral ou desengordurado, sendo que ambos podem possuir boas características energéticas. Pesquisas recentes têm demonstrado o potencial do farelo de gérmen de milho desengordurado como ingrediente energético em rações de bovinos (EZEQUIEL et al., 2006a; MENDES et al., 2005a). Contudo, poucos estudos foram desenvolvidos visando a avaliação do gérmen de milho integral no Brasil. A qualidade dos ingredientes e, conseqüentemente da dieta oferecida e seu uso inadequado afetam de forma severa o desempenho animal com reflexos sobre os índices produtivos (EZEQUIEL et al., 2006b). O estudo do subproduto gérmen de milho integral é necessário para a caracterização dos padrões de consumo e suas relações com o desempenho animal.

Portanto com este trabalho objetivou-se avaliar o consumo de nutrientes e o desempenho produtivo de bovinos machos não-castrados, terminados em

confinamento e submetidos a dietas contendo teores crescentes de gérmen de milho integral.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína-TO, de julho a setembro de 2006. As análises dos alimentos e sobras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Vale do Acaraú, Sobral-CE.

Foram avaliadas quatro dietas, contendo 0; 15; 30 e 45% de inclusão de gérmen de milho integral (GMI) na MS da dieta total. Utilizaram-se um total de vinte e quatro tourinhos Nelore x Limousin distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, para os quatro níveis de inclusão, com o uso de seis repetições. A dieta sem GMI (0%) foi chamada de dieta padrão.

O experimento teve a duração de 83 dias, sendo 13 para adaptação dos animais às dietas e ambiente experimental e 70 dias para coleta de dados. Ao início do experimento os animais apresentavam aproximadamente 20 meses de idade e peso médio inicial de 321,25 kg. Ao entrarem em período de adaptação os animais foram tratados com moxidectin 1% para controle de endo e ectoparasitos e alojados em baias individuais com área de 12 m² com piso de chão batido, dotadas de cochos individuais e bebedouros para cada duas baias.

O GMI utilizado neste trabalho foi obtido do processamento do grão de milho por via seca, sem posterior extração do óleo da porção gérmen, com obtenção do produto com alto teor de extrato etéreo. Os ingredientes utilizados para formulação das dietas e suas composições bromatológicas são apresentados na Tabela 1.

As dietas foram formuladas de acordo o NRC (1996) de forma que fossem isoprotéicas (13,5% PB) permitindo ganho de peso diário de 1,6 kg animal⁻¹dia⁻¹. A relação volumoso:concentrado foi estabelecida em 25:75 com base na matéria seca. A proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais são apresentadas na Tabela 2.

As dietas foram fornecidas em duas refeições diárias às 9 horas e 16 horas e 30 minutos, permitindo-se sobras entre 5 e 10% do total diário fornecido. As sobras de alimento do dia anterior foram retiradas e pesadas diariamente antes do primeiro fornecimento alimentar. Semanalmente foram coletadas amostras das sobras e do alimento fornecido, agrupando-as para períodos de três semanas.

Tabela 1 - Composição bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas (% MS)

Componente (%)	Alimentos			
	Milho	Farelo de soja	GMI	Silagem Sorgo
MS ¹	83,45	83,41	83,20	31,73
PB ¹	8,05	42,19	12,86	6,42
FDN ¹	11,34	20,57	21,20	47,16
FDA ¹	2,24	10,15	4,64	29,95
HEM ¹	9,10	10,42	16,55	17,21
CNF ¹	72,51	30,19	46,70	38,06
NDT ¹	88,0 ²	84,00 ²	98,77 ³	57,75 ³
Celulose	2,17	9,97	4,57	23,26
Lignina	0,17	0,17	0,34	4,85
NIDN ⁴	15,00 ¹	5,00 ¹	21,2	32,34
NIDA ⁵	5,00 ¹	2,00 ¹	5,11	13,03
EE ¹	6,61	1,52	15,63	1,67
CZ ¹	1,48	5,53	3,63	6,93

¹MS - matéria seca; PB - proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; HEM - hemicelulose; CNF - carboidratos não fibrosos; NDT - nutrientes digestíveis totais; EE - extrato etéreo; CZ - cinzas; ²Fonte: NRC (2001); ³NDT estimado pela equação do NRC (2001); O NRC traz equações para volumosos e concentrados, especialmente se a estimativa foi realizada no próprio software do NRC (2001). Assim, é sugerida a verificação das equações para essa estimativa já que trata-se de um concentrado energético e um volumoso; ⁴Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, % do nitrogênio total; ⁵Nitrogênio insolúvel em detergente ácido, % do nitrogênio total

Tabela 2 - Participação dos ingredientes (%MS) e composição bromatológica das dietas

Ingrediente	Inclusão de Gérmen de Milho Integral-GMI			
	0%	15%	30%	45%
Silagem de sorgo	25,00	25,00	25,00	25,00
Farelo de soja	11,27	10,87	11,90	12,50
Milho moído	62,00	47,43	31,51	15,90
GMI	-	15,00	30,00	45,00
Suplemento mineral ¹	0,92	0,90	0,91	0,92
Uréia	0,12	0,12	-	-
Calcário	0,69	0,68	0,68	0,68
	Composição (%)			
MS	74,34	73,84	73,00	73,58
PB	11,53	11,20	11,33	12,29
FDN	25,05	28,09	29,70	29,79
FDA	10,87	11,88	11,54	12,80
HEM	14,18	16,21	18,16	16,99
CNF	55,34	51,11	52,09	46,62
NDT	78,70	80,20	81,70	83,50
EE	3,58	4,59	4,90	6,50
CZ	4,57	5,43	4,00	5,08

¹FosQuima Super, quantidades para 1000 g: Na - 150 g; Ca - 118 g; P - 90 g; Mg - 7 g; S - 12 g; N - 10 g; Zn - 3.600 mg; Cu - 1.730 mg; Co - 200 mg; Mn - 1.000 mg; I - 150 mg; Se - 20 mg

Nas amostras de alimento fornecido e sobras foram determinados os teores de MS, PB e EE, segundo descrito por Silva e Queiroz (2002), FDN, FDA e HEM conforme metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), com utilização de amilase para realização da análise de FDN. Para a silagem de sorgo, concentrados e ingredientes do concentrado, além das análises acima listadas, foram determinados os teores de celulose, lignina, NIDN e NIDA, segundo Van Soest et al. (1991), e, CNF calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que $CNF = [100 - (\%PB + \%EE + \%CZ)] - FDN$. Os teores de NDT da silagem de sorgo e GMI foram calculados segundo o NRC (2001), por meio da participação de cada ingrediente da dieta com seus respectivos valores de NDT.

Ao final do período de adaptação os animais foram submetidos a pesagem (peso inicial), posteriormente, a cada 21 dias para acompanhamento do ganho de peso, e ao final dos 70 dias (peso final). Utilizaram-se, as diferenças entre o peso final e o peso inicial, para determinação do ganho de peso total e para determinação do ganho de peso médio diário utilizou-se o ganho de peso total dividido pelo número de dias que os animais foram mantidos em confinamento. As pesagens foram realizadas sempre às 8:00 horas da manhã, sem jejum e antes do fornecimento da alimentação.

Foram avaliados os consumos de MS, PB, FDN, FDA, HEM, CNF e EE, expressos em em quilograma por dia ($kg\ dia^{-1}$), consumo em gramas por unidade de tamanho metabólico, representado pelo símbolo $g\ (kgPV^{0,75})^{-1}$, e consumo em percental do peso vivo ($\%PV$). Avaliou-se também, o ganho de peso total (GPT), o ganho médio diário (GMD) e a conversão alimentar (CA) em quilogramas de consumo de MS para cada kg (um) de ganho de peso ($kgMS\ kg^{-1}$).

Os dados obtidos foram inicialmente analisados quanto atendimento das pressuposições de normalidade, aditividade e homocedasticidade. Todas as variáveis avaliadas foram analisadas por regressão, com análise de variância ao nível de significância de 5%, utilizando-se o programa Statistical Analysis System - SAS (2000). Para garantir homogeneidade de variância e distribuições normal dos erros, a variável consumo de FDA em $\%PV$ foi transformada por potência de 2,4.

Resultados e discussão

O consumo de MS (Tabela 3) dos animais não sofreu influência dos níveis de GMI nas dietas ($p > 0,05$). No entanto, o consumo de MS foi superior ao estimado pelo NRC (1996), $8,8\ kg\ dia^{-1}$. Em parte, este fato pode ser explicado pelo provável estado de ganho compensatório

dos animais, uma vez que estes haviam sofrido restrição alimentar e nutricional no período que antecedeu o experimento. Esse fato é confirmado pelo desempenho no primeiro período de 21 dias da fase experimental onde os ganhos de peso em kg/dia foram 2,3; 2,6; 2,7 e 2,8 para os animais alimentados com as dietas contendo 0, 15, 30 e 45% de inclusão de GMI respectivamente. O ganho de peso médio para o período total (Tabela 4) do experimento foi 1,80; 2,04; 2,10 e 2,25 kg/dia o que sugere ganho de peso compensatório na fase inicial. O ganho compensatório é relatado como um fenômeno advindo após um período de restrição alimentar ou estresse ambiental, caracterizado principalmente pelo maior consumo de MS e alta eficiência alimentar (NRC, 1996).

Testando diferentes teores de gérmen de milho integral seco (45% de EE,) em bovinos machos, Montgomery et al. (2005) observaram diminuição linear do consumo de MS à medida que foi incluído este alimento nas dietas. Estes autores trabalharam com dietas em que o nível de EE chegou a 9,4% na MS das rações, o que provavelmente causou a depressão no consumo de MS dos animais. No presente trabalho o teor máximo de EE foi de 6,5% para a dieta contendo 45% de GMI, observando-se então que este nível não foi limitante para consumo de MS. Felton e Kerley (2004) alimentaram bovinos machos de corte com dieta sem adição de gordura (4,7% EE) e compararam com dietas contendo três diferentes fontes de lipídeos e média de 7,6% de EE não observando diferenças no consumo de MS.

Aumentos nos consumos de MS com adição de farelo de gérmen de milho (0; 25; 50; 75; 100%) em substituição ao milho, em dietas para bezerros leiteiros foram observados por Signoretti et al. (1997) Os autores atribuíram este aumento no consumo à melhor aceitabilidade do farelo de gérmen de milho e possivelmente à maior capacidade de ingestão de EE de bezerros na fase de aleitamento.

Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com Ezequiel et al. (2006a) que, comparando dietas de milho moído sendo substituído em 70% por casca de soja e farelo de gérmen de milho não encontraram diferenças para os consumos de MS, apresentando como médias $10,62\ kg\ dia^{-1}$ e 2,58% do PV. Também Mendes et al. (2005b) substituindo milho por farelo de gérmen de milho, não observaram diferenças entre os consumos de MS das duas dietas, obtendo ingestões de $10,39\ kg\ dia^{-1}$ e 2,52% PV.

O consumo de PB expresso em $kg\ dia^{-1}$ apresentou para cada 1% de inclusão de GMI na dieta aumentos de 0,004 kg. Pela equação de regressão pode-se observar que o consumo de PB dos animais alimentados com o nível mais elevado de inclusão de GMI (45%) foi $0,168\ kg\ dia^{-1}$ maior que os alimentados com a dieta padrão.

Tabela 3 – Valores médios, regressão, coeficientes de determinação (R²) e variação (CV) para os consumos de nutrientes

Item	Níveis de GMI				Regressão	R ²	CV%
	0%	15%	30%	45%			
kg dia⁻¹							
MS	9,56	9,55	10,06	10,52	$\hat{Y} = 9,924$		11,16
PB	1,084	1,144	1,204	1,264	$\hat{Y} = 1,084 + 0,004 X_{ni}$	0,17	12,55
FDN	2,252	2,552	2,852	3,152	$\hat{Y} = 2,252 + 0,020 X_{ni}$	0,56	11,42
FDA	0,909	1,044	1,179	1,314	$\hat{Y} = 0,909 + 0,009 X_{ni}$	0,53	12,78
HEM	1,343	1,508	1,673	1,838	$\hat{Y} = 1,343 + 0,011 X_{ni}$	0,55	11,00
CNF	5,38	5,13	5,03	4,87	$\hat{Y} = 5,10531$		11,09
EE	0,355	0,475	0,595	0,715	$\hat{Y} = 0,355 + 0,008 X_{ni}$	0,88	10,05
g (kgPV^{0,75})⁻¹							
MS	107,51	103,90	110,87	112,65	$\hat{Y} = 108,73240$		9,47
PB	11,982	12,46	12,942	13,422	$\hat{Y} = 11,982 + 0,032 X_{ni}$	0,28	9,65
FDN	25,231	28,07	30,901	33,736	$\hat{Y} = 25,231 + 0,189 X_{ni}$	0,56	9,98
FDA	10,17	11,42	12,66	13,905	$\hat{Y} = 10,17 + 0,083 X_{ni}$	0,52	11,64
HEM	14,994	16,54	18,084	19,629	$\hat{Y} = 14,994 + 0,103 X_{ni}$	0,57	9,14
CNF	59,62	57,15	54,67	52,195	$\hat{Y} = 59,620 - 0,165 X_{ni}$	0,23	9,45
EE	3,971	5,246	6,521	7,796	$\hat{Y} = 3,971 + 0,085 X_{ni}$	0,90	8,43
% PV							
MS	2,40	2,30	2,47	2,48	$\hat{Y} = 2,41573$		9,12
PB	0,268	0,277	0,286	0,295	$\hat{Y} = 0,268 + 0,0006 X_{ni}$	0,28	9,26
FDN	0,566	0,626	0,686	0,746	$\hat{Y} = 0,566 + 0,004 X_{ni}$	0,55	9,72
FDA	0,228	0,258	0,288	0,318	$\hat{Y} = 0,228 + 0,002 X_{ni}$	0,51	11,46
HEM	0,337	0,367	0,397	0,427	$\hat{Y} = 0,337 + 0,002 X_{ni}$	0,54	9,40
CNF	1,335	1,275	1,215	1,155	$\hat{Y} = 1,335 - 0,004 X_{ni}$	0,29	9,01
EE	0,089	0,119	0,149	0,179	$\hat{Y} = 0,089 + 0,002 X_{ni}$	0,90	8,24

\hat{Y} = valores estimados; X_{ni} = nível de inclusão de GMI

O consumo de PB expresso em g (kgPV^{0,75})⁻¹ teve acréscimos de 0,032 g para cada 1% de inclusão de GMI na dieta, obtendo-se diferença de 1,42 g (kgPV^{0,75})⁻¹ entre os consumos de PB da dieta contendo 45% de inclusão do GMI e o consumo da dieta padrão. A elevação no consumo de PB foi confirmada também quando este foi expresso em %PV.

Considerando-se que a dieta padrão e as dietas contendo 30 e 15% de GMI apresentaram valores bem semelhantes de PB (11,53; 11,20 e 11,33%, respectivamente), e que o consumo de MS não apresentou diferença estatística entre as dietas, uma possível explicação para o aumento no consumo de PB pelos animais é que a ingestão de PB pode ter sido mais sensível às variações numéricas do consumo de MS (9,56; 9,55; 10,06 e 10,52 kg dia⁻¹ para os animais que consumiram as dietas com 0; 15; 30 e 45% de GMI) levando

a diferença significativa. O teor mais elevado de PB na dieta contendo 45% de GMI (12,29%) pode também ter colaborado para este resultado.

Foi observado que as dietas apresentaram níveis de PB inferiores aos estimados pelo NRC (1996) quando estas foram balanceadas (13,5%). Este fato decorreu do menor teor de PB do milho utilizado na formulação dos concentrados, inferior ao valor de PB do milho utilizado para balanceamento das dietas (9,8%) e às variações nos valores de PB do subproduto GMI. Contudo, pelo fato do consumo de MS observado ter sido superior ao estimado, os consumos diários de PB apresentaram-se muito próximos ao estimado pelo NRC (1996) que foi de 1,18 kg dia⁻¹.

As ingestões de FDN expressas em kg dia⁻¹, g (kgPV^{0,75})⁻¹ e %PV (Tabela 3) foram elevadas na medida

em que os níveis de GMI da dieta foram aumentados ($p < 0,05$). Este comportamento foi causado pelos maiores conteúdos de FDN apresentados pelas dietas que continham GMI (Tabela 2).

Segundo as equações de regressão, cada 1% inclusão de GMI na dieta elevou em $0,02 \text{ kg dia}^{-1}$ e $0,2 \text{ g (kgPV}^{0,75})^{-1}$ o consumo de FDN, ocasionando aumento de 39,56% na ingestão de FDN em kg dia^{-1} e 33,65% para consumo medido em $\text{g (kgPV}^{0,75})^{-1}$, quando 45% de GMI foi incluído à dieta quando relacionou-se com a dieta padrão. Os consumos expressos em %PV seguem o mesmo comportamento, mostrando elevação 31,8% no consumo de FDN quando foram acrescentados 45% de GMI na dieta.

Esse resultado já era esperado uma vez que o consumo de matéria seca não diferenciou entre as dietas, porém os teores de FDN se elevaram com a adição de GMI. Resultados semelhantes foram observados por Neiva et al. (2005) onde a inclusão de farelo de glúten de milho nas dietas não alterou o consumo de matéria seca porém os consumos de FDN cresceram linearmente. Semelhantemente ao presente trabalho os autores justificaram o aumento no teor de FDN como o motivo para tal resultado.

Os consumos de FDN neste trabalho mostraram-se baixos, contudo não prejudicou o desempenho dos animais. Dias et al. (2000), em ensaio com bovinos machos Nelore, e Ítavo et al. (2002) utilizando tourinhos F1 Nelore x Limousin, relataram consumos de FDN de 0,47 e 0,59% PV para dietas com 75 e 80% de concentrado, respectivamente, utilizando como ingrediente fubá de milho. Gesualdi Jr. et al. (2000) obtiveram 0,52% do PV de consumo de FDN para dieta com 75% de concentrado em ensaio com novilhos Nelore. Baixos consumos de FDN são comumente observados em dietas com altas participações de concentrados. Variações no consumo de FDN neste tipo de dieta podem ser atribuídas principalmente à composição dos alimentos da dieta.

O subproduto GMI utilizado neste trabalho possui em sua composição, além da porção de gérmen do grão de milho, a casca retirada do grão durante seu processamento, além de outros materiais provenientes da segunda limpeza dos grãos. Certamente, o acréscimo destas porções ao gérmen de milho ocasiona o aumento do teor de fibras no GMI, além de provocar variações em seu conteúdo total de fibras. De maneira geral, a utilização de subprodutos em dietas com altos teores de concentrado permite a elevação dos teores da FDN da dieta, uma vez que estes alimentos normalmente têm maior valor de fibras em sua composição que os alimentos convencionais. Peter et al. (2000) observaram que dietas contendo subprodutos do milho, oriundos da fabricação

de etanol e adoçantes, contiveram maiores teores de fibra quando comparadas à dieta convencional.

Da mesma forma que a FDN, o consumo de FDA apresentou elevação no consumo quando foi acrescentado GMI à dieta, tanto para os consumos medidos em kg/dia e $\text{g (kgPV}^{0,75})^{-1}$ como para o consumo medido em % de PV ($p < 0,05$). As possíveis explicações para a ocorrência de fato são as mesmas já descritas anteriormente para os consumos de FDN.

Os consumos de FDA obtidos para o nível de 45% de inclusão foram superiores em $0,38 \text{ kg dia}^{-1}$; $3,75 \text{ g (kgPV}^{0,75})^{-1}$ e 0,08% PV, em relação à dieta padrão, estes valores representaram aumentos na faixa de 42,57; 36,86 e 36%, respectivamente, no consumo total de FDA na dieta quando se teve por base a dieta sem GMI.

O consumo de EE (Tabela 3) aumentou com a inclusão de GMI nas dietas ($p < 0,05$). Para cada 1% de inclusão de GMI foi observada elevação de $0,0081 \text{ kg dia}^{-1}$ no consumo de EE dos animais, correspondendo a aumento de $0,373 \text{ kg dia}^{-1}$ no consumo de EE dos animais tratados com 45% de GMI em relação à dieta padrão. O consumo de EE em $\text{g (kgPV}^{0,75})^{-1}$ teve o seu valor aumentado para a dieta com 45% de inclusão de GMI em 96,0% quando se comparou à ingestão de EE obtida com a dieta padrão (7,81 e 4,1 $\text{g (kgPV}^{0,75})^{-1}$, respectivamente), atingindo consumo de 0,17% PV quando alimentados com 45% de inclusão. Em decorrência do alto teor de EE no material GMI (15,62%), na medida em que se acrescentou este subproduto aos concentrados a participação da porção de EE nas dietas foi aumentada, elevando o consumo pelos animais.

Nos estudos de Signoretti et al. (1997), Mendes et al. (2005a), Mendes et al. (2005b) e Ezequiel et al. (2006a), os consumos de EE não foram afetados pela inclusão de farelo de gérmen de milho pelo fato deste subproduto ser desengordurado possuindo apenas de 2,1% de EE na sua composição bromatológica.

A elevação no consumo de EE concorre para aumento no consumo de energia com reflexo direto no desempenho animal. Palmquist e Mattos (2006) consideraram que a suplementação lipídica superior a 5% pode comprometer o consumo de matéria seca, fato este não observado neste trabalho. Gorduras e óleos têm sido utilizados na alimentação de ruminantes em substituição a altas proporções de grãos com o intuito de aumentar a densidade energética da dieta, aumentar a eficiência alimentar (VALINOTE et al., 2005). O uso de fontes de EE na dieta pode ser empregado com sucesso na suplementação em níveis de até 8% a 10% em rações de confinamento, principalmente em regiões com altas temperaturas, onde o consumo geralmente é comprometido, assim, o aumento da densidade energética da dieta mantém o consumo adequado de energia em

condições de estresse, quando o consumo de MS total é prejudicado (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

O aumento nos consumos de HEM (kg dia⁻¹, g (kgPV^{0,75})⁻¹ e % PV, na Tabela 3) era esperado, uma vez que a adição de GMI às dietas elevou os teores de HEM das mesmas. Essa elevação nos teores de HEM ocorreu pelos maiores teores desse componente no GMI, conforme pode ser observado na Tabela 1.

O consumo de CNF não diferiu estatisticamente entre as dietas quando apresentado em kg dia⁻¹ (p>0,05). Contudo, a adição de GMI às dietas reduziu linearmente os consumos quando estes foram apresentados em g (kgPV^{0,75})⁻¹ e % PV (p<0,05), com taxas de redução de 0,16 g (kgPV^{0,75})⁻¹ e 0,004 pontos percentuais para cada ponto 1% de inclusão de GMI, segundo a equação de regressão. Porém, a redução do consumo de CNF pelos animais não proporcionou prejuízos ao desempenho dos mesmos.

As médias, equações de regressão e coeficientes de variação e determinação para os indicadores de desempenho, GMD, ganho GPT e CA estão apresentados na Tabela 4.

O GMD e o GPT foram influenciados pela inclusão de GMI, apresentando aumento linear (p<0,05). O estudo de regressão para GMD prevê ganho de 0,010 kg dia⁻¹ para cada 1% de inclusão de GMI à dieta. As dietas contendo 15; 30 e 45% de GMI apresentaram 0,15; 0,30 e 0,45 kg de GMD a mais quando comparada à dieta exclusivamente a base de milho, ou seja, 13,33; 16,66 e 25% a mais de incremento no ganho.

Ao contrário do presente estudo Ezequiel et al. (2006b) não observaram diferenças significativas entre as dietas com milho e farelo de gérmen de milho para GMD (1,1 kg dia⁻¹). Contudo, Montgomery et al. (2005), acrescentando gérmen de milho integral seco em níveis de 0; 5; 10 e 15% para bovinos machos, obtiveram comportamento quadrático para o GMD, com maior ganho na dieta contendo 10% de adição. Os autores atribuíram o melhor resultado no ganho de peso ao nível de EE (7,3%) que esta dieta apresentou. Enquanto que a queda do ganho de peso após este ponto foi atribuída à redução no

consumo ocasionada pelo elevado teor de EE da dieta com 15% gérmen de milho integral seco.

Os melhores resultados de desempenho em GMD e GPT mostram-se diretamente associados ao incremento de GMI às dietas, relacionados principalmente aos aumentos simultâneos dos teores de EE. Em experimento com bovinos Nelore confinados, Silva et al. (2007) compararam dieta contendo sabões de cálcio (6,6% de EE) com dietas contendo milho grão seco e milho grão úmido (3,44% EE) não verificando diferenças no desempenho dos animais. Porém, Nelson et al. (2004) observaram aumento linear no ganho de peso de bovinos machos confinados com uso de níveis crescentes de graxa amarela de restaurante (0; 3 e 6%) na dieta, obtendo ganhos de peso diário de até 1,62 kg dia⁻¹.

Neste experimento assumiu-se que o maior consumo de lipídeos observado para os animais submetidos às dietas contendo GMI proporcionou maior consumo de energia. Os teores mais elevados de EE aumentaram o NDT das dietas (Tabela 2), proporcionando maior disponibilidade de energia, com conseqüente favorecimento do desempenho dos animais. Segundo Resende et al. (2006), normalmente a deposição de proteína aumenta linearmente com o aumento da ingestão de energia, até o ponto em que outros fatores começam a limitar a deposição protéica.

Assim, os melhores GMD proporcionados pelo uso de GMI nas dietas de bovinos terminados em confinamento, pode reduzir o tempo de confinamento quando o peso final é fixado, ou a retirada dos animais com pesos mais elevados quando o tempo de confinamento é fixo.

Os GMD para todas as dietas (Tabela 4) foram superiores ao ganho estimado (1,6 kg dia⁻¹) pelo NRC (1996). Este fato pode ter ocorrido em virtude de o consumo de MS observado ter sido superior ao estimado. A melhor eficiência de ganho também é explicada pelo NRC (1996), quando há ocorrência de ganho compensatório, principalmente em decorrência da sobra de energia que seria destinada à manutenção. Animais em estado de jejum exigem menor energia líquida de manutenção porque os gastos com digestão são menores, assim, logo que os

Tabela 4 - Médias, equações de regressão e coeficientes de determinação (R²) e variação (CV) do ganho médio diário (GMD), ganho de peso total (GPT) e conversão alimentar (CA)

Item	Níveis de GMI %				Regressão	R ²	CV %
	0%	15%	30%	45%			
GMD (kg)	1,80	2,04	2,10	2,25	$\hat{Y} = 1,801 + 0,010 X_{ni}$	0,25	15,54
GPT (kg)	137,50	144,49	154,03	163,57	$\hat{Y} = 134,95 + 0,636 X_{ni}$	0,26	12,69
CA	4,33	4,35	4,64	4,65	$\hat{Y} = 4,49$		14,50

\hat{Y} = valores estimados; X_{ni} = nível de inclusão de GMI

animais recebem melhor condição alimentar a energia líquida que sobra da manutenção é utilizada para o ganho.

Cada 1% de inclusão de GMI às dietas resultou em aumento de 0,636 kg no GPT. No nível máximo de inclusão (45%) pode ser observado GPT superior em 28,62 kg, quando comparado à dieta contendo somente milho, para o período de 70 dias de confinamento. Assumindo-se rendimento de carcaça de 54% e preço médio de R\$ 4,50 por kg de carcaça (preço médio no norte do Brasil), o nível de 45% de inclusão de GMI proporcionou R\$ 69,55 a mais de ganho em dinheiro por animal, quando em comparação com a dieta padrão.

A CA não apresentou diferença entre as dietas ($p < 0,05$) com média de 4,9 kg de consumo de MS kg^{-1} de ganho de peso. De maneira geral, observou-se que os animais utilizados neste trabalho apresentaram boa CA, quando comparados a experimentos com condições semelhantes de alimentação, como Montgomery et al. (2005) que verificaram conversão de 6,18 em dieta contendo 10% de gérmen de milho integral seco e Gesualdi Junior et al. (2000) que testando dietas com diferentes relações volumoso:concentrado obtiveram conversão alimentar de 6,67 kgMS kg^{-1} para a dieta contendo 75% de concentrado. A boa CA observada neste experimento (4,49), certamente se deve ao aumento da eficiência no uso de energia proporcionada pelo estado de ganho compensatório que os animais apresentavam.

Conclusão

O gérmen de milho integral pode ser adicionado até o nível de 45% da dieta total para tourinhos terminados em confinamento, por proporcionar maior ganho de peso médio diário (2,25 kg) e ganho de peso total (163,5 kg) sem afetar o consumo de MS total e a conversão alimentar.

Agradecimentos

À Fazenda Barra Bonita pelo empréstimo dos bovinos para o experimento, à Indústria e Comércio de Alimentos do Tocantins (COALTO) pela cessão do subproduto de milho e à Agroquima Produtos Agropecuários pela doação do sal mineral.

Referências

DIAS, H. L. C. *et al.* Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 02, p. 545-554, 2000.

EZEQUIEL, J. M. B. *et al.* Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 02, p. 569-575, 2006a.

EZEQUIEL, J. M. B. *et al.* Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes de energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 05, p. 2050-2057, 2006b.

FELTON, E. E. D.; KERLEY, S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.1794-1805, 2004.

GESUALDI JUNIOR, A. *et al.* Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 05, p.1458-1466, 2000.

ITAVO, L. C. V. *et al.* Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 03, p. 1543-1552, 2002. Suplemento.

MACIEL, R. P. *et al.* Características fermentativas e químicas de silagens de capim-elefante contendo subproduto da mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 142-147, 2008.

MENDES, A. R. *et al.* Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 02, p. 679-691, 2005a.

MENDES, A. R. *et al.* Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energética, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 02, p. 324-64, 2005b.

MONTGOMERY, S. P. *et al.* Effects of dried full-fat corn germ and vitamin E on growth performance and carcass characteristics of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2440-2447, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washinton, D.C.: National Academic of Sciences, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic of Sciences, 1996.

NEIVA, J. N. M. *et al.* Farelo de glúten de milho em dietas para ovinos em confinamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 01, p. 111-117, 2005.

NELSON, M. L. *et al.* Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barley-potato product finishing diets: I. Feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.3600-3610, 2004.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de Lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap.13.

- PETER, C. M. *et al.* The effects of corn milling coproducts on growth performance and diet digestibility by beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 01, p.1-6, 2000.
- RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de Energia. *In*: BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 11, p.311-332.
- RESTLE, J. *et al.* Apreciação econômica da terminação em confinamento de novilhos Red Angus superjovens abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n. 04, p. 978-986, 2007.
- SIGNORETTI, R. D. *et al.* Avaliação de farelo de germen de milho na alimentação de bezerros de raças leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 26, n. 03, p. 616-622, 1997.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- SILVA, S. L. *et al.* Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 05, p. 1426-1434, 2007.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* 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.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM (SAS). **User's Guide Statistics**. Version 8. Cary, N.C.: SAS Institute, 2000.
- VALINOTE, A. C. *et al.* Fontes de lipídeos e monensina na alimentação de novilhos Nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 04, p. 1418-1423, 2005.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.