



Semina: Ciências Agrárias

ISSN: 1676-546X

semina.agrarias@uel.br

Universidade Estadual de Londrina

Brasil

Callegaro, Álisson Marian; Alves Filho, Dari Celestino; Brondani, Ivan Luiz; Floriano da Silveira, Magali; Damian Pizzuti, Luiz Angelo; Cordeiro de Paula, Perla; Santos da Silva, Viviane; da Silva Freitas, Leandro; Rumpel Segabinazzi, Luciane; Soares Machado,

Diego; Machado Martini, Ana Paula; da Silva Rodrigues, Leonel

Consumo e desempenho de novilhos alimentados com borra de soja em confinamento

Semina: Ciências Agrárias, vol. 36, núm. 1, 2015, pp. 2055-2066

Universidade Estadual de Londrina

Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744149022>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Consumo e desempenho de novilhos alimentados com borra de soja em confinamento

Intake and performance of steers fed with soybean dreg in confinement

Álisson Marian Callegaro^{1*}; Dari Celestino Alves Filho²; Ivan Luiz Brondani³; Magali Floriano da Silveira⁴; Luiz Angelo Damian Pizzuti⁵; Perla Cordeiro de Paula⁶; Viviane Santos da Silva⁶; Leandro da Silva Freitas⁷; Luciane Rumpel Segabinazzi⁸; Diego Soares Machado⁶; Ana Paula Machado Martini⁶; Leonel da Silva Rodrigues⁹

Resumo

O estudo foi desenvolvido com objetivo de avaliar a viabilidade de utilização da borra de soja na terminação de novilhos confinados, com idade e peso médio inicial de 20 meses e 328,3 kg, respectivamente. Cada tratamento foi composto por seis animais experimentais, os quais receberam dieta com relação volumoso: concentrado, 40:60 (base na matéria seca), sendo o volumoso, a silagem de milho e concentrado a base de casca, farelo e borra de soja, milho, cloreto de sódio e calcário calcítico. Os novilhos foram distribuídos nos tratamentos: 00; 30; 60; 90 e 120 g de borra de soja por kg, na forma como o alimento foi oferecido, os quais continham 29,0; 47,3; 66,7; 86,8 e 106,8 g de extrato etéreo por kg de matéria seca, respectivamente. O consumo de matéria seca foi similar ($P>0,05$) entre os novilhos dos tratamentos estudados com média de 9,71 kg dia⁻¹. Do mesmo modo, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no consumo de proteína bruta pelos animais entre os tratamentos, com média de 1,36 kg dia⁻¹. Porém, houve diferença no consumo de extrato etéreo e fibras em detergente neutro e ácido, as quais tiveram comportamento linear com o aumento da inclusão de borra na ração (CEE=0,305+0,0061BS; CFDN=5,71–0,011BS; CFDA=3,89–0,008BS em kg dia⁻¹, respectivamente). O desempenho dos novilhos foi semelhante ($P>0,05$) entre os tratamentos, sendo o ganho médio diário de 1,542 kg, a conversão alimentar de 6,35 kg de MS kg⁻¹ ganho de peso e o peso de abate de 457,95 kg. O uso da borra de soja até o limite de 120 g na dieta de bovinos confinados é viável.

Palavras-chave: Casca de soja, consumo de fibra em detergente neutro, extrato etéreo, ganho médio diário

¹ Zootecnista e Médico Veterinário, Dr., Discente do Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: mcalisson@hotmail.com

² Engº Agrº, Prof. Dr., Deptº de Zootecnia, Santa Maria, RS. E-mail: darialvesfilho@hotmail.com

³ Zootecnista, Prof. Dr., Deptº de Zootecnia, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: ivanbrondani@gmail.com

⁴ Zootecnista, Profª Drª, Coordenação de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Dois Vizinhos, PR. E-mail: mg_flor@yahoo.com.br

⁵ Zootecnista, Prof. Dr., Zootecnia do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Câmpus Bento Gonçalves, IFRS, Bento Gonçalves, RS. E-mail: pizzuti@zootecnista.com.br

⁶ Zootecnistas, Mestres, Discentes do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: perla.zoot@gmail.com; stsvivi@gmail.com; dhiego_machado@hotmail.com; anapaulamartini@zootecnista.com.br

⁷ Zootecnista, Prof. Dr., Deptº de Direção de Ensino, Instituto Federal do Farroupilha - Câmpus Alegrete, IFF, Alegrete, RS. E-mail: freitaszoot@hotmail.com

⁸ Zootecnista, Profª Drª, Deptº de Zootecnia, Universidade Federal do Pampa, Câmpus Dom Pedrito, UNIPAMPA, Dom Pedrito, RS. E-mail: luzoot@hotmail.com

⁹ Engº Agrº, Discente do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: rodrigues_leonel@hotmail.com
* Autor para correspondência

Abstract

This study was designed to evaluate the feasibility of using soybean dreg in finishing of confined steers, with age and initial body weight of 20 months and 328.3 kg, respectively. Each treatment consisted of six experimental animals, which were fed with forage: concentrate ratio, 40:60 (dry matter basis), being bulky corn silage and concentrate based of bark, chaff and soybean dreg, corn, sodium chloride and calcium limestone. The steers were distributed in the treatments: 00, 30, 60, 90 and 120 g of soybean dreg per kg of dry matter in the diet, which contained 29.0, 47.3, 66.7, 86.8 and 106.8 g of ether extract, respectively. The dry matter intake was similar ($P > 0.05$) among the studied treatments with an average of 9.71 kg day^{-1} . Similarly, no differences were observed ($P > 0.05$) in crude protein intake with an average of 1.36 kg day^{-1} . However, there were differences in the consumption of ether extract and neutral and acid detergent fibre, which had behavior with the increase in the inclusion of dreg in the diet ($\text{CEE}=0,305+0,0061\text{SD}$; $\text{CFDN}=5.71-0,011\text{SD}$; $\text{CFDA}=3.89-0.008\text{SD kg day}^{-1}$, respectively). The performance of steers was similar ($P > 0.05$) between treatments, being the average daily gain of 1.542 kg, the fed conversion of $6.35 \text{ kg DM kg}^{-1}$ weight gain and slaughter weight of 457.95 kg. The use of soybean dreg until the limit of 120 g in the diet of confined cattle is feasible.

Key words: Soybean hull, neutral detergent fibre intake, ether extract, average daily gain

Introdução

Cada vez mais no Brasil é expressiva a terminação de bovinos em confinamento. Entre os fatores que motivam o uso deste sistema, pode-se citar o aumento das áreas produtoras de grãos nos últimos anos, diminuindo-se as áreas pastoris, o que torna o uso do confinamento uma opção por liberar áreas agricultáveis no período de plantio dos grãos. Todavia, o elo fraco do confinamento é o retorno econômico direto, onde normalmente a tomada de decisão do que fornecer no cocho é uma variável dependente de conciliar disponibilidade e o custo de matéria prima.

Diante do exposto, é habitual buscarem-se subprodutos agrícolas disponíveis no mercado que contemplem preço e composição bromatológica adequada para atender as exigências nutricionais de cada categoria e dessa forma não comprometer o tempo de terminação.

Entre os coprodutos produzidos, destacam-se os oriundos da cultura da soja. A utilização de farelo de soja e/ou casca de soja é relativamente vasta, contudo a resposta da utilização da borra de soja na alimentação de ruminantes é praticamente inexistente.

No processamento da soja origina-se o óleo bruto que passa por uma etapa denominada de

degomagem, em que resultam o óleo degomado e a goma que após passar pela etapa de secagem se transforma em lecitina. Esse resíduo decorrente do processamento de soja chamado de borra corresponde a 0,04% dos resíduos sólidos gerados é obtido no fundo dos tanques de óleo bruto.

Este coderivado se caracteriza por apresentar em temperatura ambiente, estado físico pastoso e quando homogeneizado fica com consistência cremosa. Seu transporte é feito em caminhões tanque ou tonéis, o que dificulta seu manejo, porém encontra-se disponível no mercado a custo relativamente baixo, comparando-se aos demais ingredientes utilizados na alimentação animal. Por ser um derivado da soja (875,5 g extrato etéreo kg^{-1} de MS) caracteriza-se por apresentar alta densidade energética (1931,1 g nutrientes digestíveis totais kg^{-1} de MS), permitindo assim que os bovinos ingiram menor quantidade de matéria seca para suprir suas necessidades.

Sendo assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar a inclusão da borra de soja na dieta, por meio do desempenho de bovinos confinados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Bovinocultura de Corte do Departamento de

Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), município de Santa Maria, localizado na depressão central do Rio Grande do Sul.

No experimento foram utilizados 30 bovinos machos castrados, Charolês x Nelore com idade e peso vivo inicial de 20 meses e 328,3 kg, respectivamente. Os novilhos foram provenientes do rebanho experimental do Laboratório de Bovinocultura de Corte, contemporâneos e criados em mesmo sistema de alimentação até o início da terminação, e alojados em baias individuais de 12 m², com piso de alvenaria, providas de bebedouro e comedouro individualizado.

Os tratamentos foram: 00; 30; 60; 90 e 120 g kg⁻¹ de inclusão de borra de soja na dieta, na forma

como o alimento foi oferecido, as quais continham, respectivamente, 29,0; 47,3; 66,7; 86,8 e 106,8 g kg⁻¹ de extrato etéreo (EE) na dieta em base seca, tendo como base a composição dos componentes bromatológicos dos alimentos utilizados na dieta (Tabela 1). O período de adaptação dos animais às dietas, às instalações e ao manejo alimentar foi de 15 dias e o período experimental totalizou 84 dias.

Durante o experimento todos os animais receberam dieta com relação volumoso: concentrado de 40:60 (base da matéria seca), calculada conforme recomendações do NRC (2001), para atender as exigências nutricionais dos animais (Tabela 2), objetivando ganho de peso diário de 1,2 kg animal⁻¹, estimando-se o consumo de matéria seca em 2,5 kg de matéria seca 100 kg⁻¹ de peso vivo.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas.

Teores, g kg ⁻¹ de MS	Ingredientes das dietas						
	Silagem de milho	Casca de soja	Farelo de soja	Milho	Borra de soja	Calcário calcítico	Cloreto de sódio
MS *	319,2	881,0	871,3	867,1	635,0	1000,0	1000,0
MO	913,8	943,2	932,8	984,1	929,1	736,7	-
MM	86,3	56,8	67,2	15,8	70,9	363,3	1000,0
PB	49,1	116,4	522,4	98,8	53,5	-	-
EE	32,7	25,7	35,0	59,2	875,5	-	-
FDN	589,9	653,4	183,0	149,9	-	-	-
FDA	317,1	497,4	124,4	29,5	-	-	-
NIDN	1,8	7,2	23,4	1,96	-	-	-
NIDA	0,7	1,7	8,6	0,79	-	-	-
LDA	46,5	21,8	41,0	12,6	-	-	-
NDT	598,7	658,6	786,7	887,1	193,1	-	-

* g kg⁻¹ de matéria natural; MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido; LDA= lignina em detergente ácido; NDT= nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Elaboração dos autores

O volumoso fornecido aos animais foi silagem de milho e o concentrado composto por casca de soja, farelo de soja, milho, borra de soja, cloreto de sódio e calcário calcítico.

A alimentação dos animais foi “ad libitum”,

fornecida em duas refeições diárias (08h30min e 14h00min), sendo que as sobras foram pesadas e ajustadas diariamente de modo que oscilassem entre 50 e 80 gramas por kg de alimento ofertado.

À medida que era preparada uma nova partida

de concentrado, coletavam-se amostras dos ingredientes. As amostras de borra de soja foram armazenadas em freezer a temperatura de -18°C, e posteriormente encaminhadas para análise laboratorial. Semanalmente foram coletadas amostras de sobras e de silagem, que foram pré-secas em estufa dotada com circulação forçada de ar a 55°C, durante 72 horas para determinação

de matéria parcialmente seca. Após pré-secagem as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneiras com crivo de 1mm de diâmetro.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo a metodologia de Weiss, Conrad e Pierre (1992) e a energia digestível (ED) com base no NRC (2001), considerando que 1 kg de NDT equivale a 4,4 Mcal de energia digestível.

Tabela 2. Ingredientes volumoso na base seca e concentrado na forma ofertada e composição bromatológica das dietas experimentais (base da matéria seca).

Ingredientes (g kg^{-1})	Níveis de inclusão de borra de soja*				
	00	30	60	90	120
Silagem de milho	384,5	387,7	390,9	394,2	398,0
Casca de soja	486,3	445,2	405,0	355,0	301,0
Farelo de soja	113,9	122,5	129,1	139,3	144,5
Borra de soja	-	29,4	59,7	89,7	118,3
Milho	-	-	-	0,61	2,26
Calcário calcítico	6,2	6,1	6,1	6,7	6,6
Cloreto de sódio	9,2	9,2	9,1	9,1	9,0
Composição bromatológica (g kg^{-1} de MS)					
Matéria Seca **	665,7	656,5	647,2	637,9	628,6
Proteína Bruta	134,1	136,7	138,5	141,7	142,7
Extrato Etéreo	29,0	47,3	66,7	86,8	106,8
Matéria Mineral	58,7	58,6	58,4	58,3	57,3
Fibra Detergente Neutro	564,6	545,5	526,4	501,4	473,9
Fibra Detergente Ácido	377,4	362,3	347,2	327,0	304,0
Lignina	33,0	32,8	32,6	32,3	31,9
Nutrientes Digestíveis Totais	638,4	668,5	696,5	728,2	761,8
Energia Digestível, Mcal kg^{-1}	2,80	2,93	3,06	3,20	3,35

* Na forma como o alimento é oferecido, g kg^{-1} ; ** g kg^{-1} de matéria natural; MS= matéria seca

Fonte: Elaboração dos autores

As pesagens dos animais foram realizadas no início e no final do período experimental, precedidas de jejum de sólidos e líquidos de 14 horas, e junto a estas foram atribuídos escore de condição corporal (ECC), segundo Lowaman et al. (1973).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, sendo o animal a unidade experimental. As variáveis foram testadas quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise

de variância pelo teste F, pelo procedimento PROC GLM e as médias comparadas pelo teste “t” em 5% de significância.

O modelo matemático correspondeu ao modelo geral do delineamento inteiramente casualizado:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Pelo modelo, Y_{ij} representa a variável dependente; μ é a média de todas as observações; τ_i corresponde ao efeito dos tratamentos; ε_{ij} corresponde ao erro

experimental residual.

Já para o estudo da regressão polinomial, pelo comando PROC RSREG foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Pelo modelo, Y_{ijk} representa a variável dependente; β 's correspondem aos coeficientes de regressão; X_{ijk} representa o teor de inclusão de borra de soja; α_{ijk} corresponde aos desvios da regressão; e ε_{ijk} o erro aleatório residual.

O grau do polinômio adotado para cada variável foi dado pelo critério de significância pelo teste F e pelo coeficiente de determinação, quando houve significância para cada grau de polinômio.

Foram realizadas análises de falta de ajuste (*lack-of-fit*) dos modelos de regressão escolhidos e análise de resíduos para detecção da existência de *outliers*, não sendo detectadas observações que fossem consideradas anormais nesta última análise. Os dados foram analisados com auxílio do pacote estatístico SAS (2001).

Resultados e Discussão

O aumento da inclusão de borra de soja nas rações não influenciou ($P>0,05$) o consumo de matéria seca pelos animais, expresso em percentagem do peso vivo ou por unidade de tamanho metabólico (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação e probabilidades dos consumos diários de matéria seca e proteína bruta por dia e eficiência protéica na dieta de novilhos submetidos a níveis de inclusão de borra de soja

Variáveis	Níveis de inclusão de borra de soja*					CV	P>F
	00	30	60	90	120		
CMS, kg dia ⁻¹	10,30	9,65	9,68	9,92	9,01	14,18	0,5998
CMSTM, g kg ⁻¹ peso vivo ^{0,75}	116,52	110,08	108,68	112,36	103,93	6,40	0,0681
CMSPV, kg 100 kg ⁻¹ peso vivo	2,62	2,48	2,44	2,53	2,35	6,03	0,0673
CPB, kg dia ⁻¹	1,406	1,349	1,353	1,420	1,294	8,49	0,3754
CPBTM, g kg ⁻¹ peso vivo ^{0,75}	15,90	15,38	15,18	16,07	14,93	6,32	0,2547
CPBPV, kg 100 kg ⁻¹ peso vivo	0,357	0,347	0,341	0,362	0,338	5,86	0,2377
EPB, kg peso vivo kg ⁻¹ PB	1,136	1,161	1,181	1,055	1,140	8,92	0,2911

* Na forma como o alimento é oferecido, g kg⁻¹

CMSTM= consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico; CMSPV= consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo; CPB= consumo de proteína bruta; CPBTM= consumo de proteína bruta por unidade de tamanho metabólico; CPBPV= consumo de proteína bruta em percentagem do peso vivo; EPB= eficiência protéica

Fonte: Elaboração dos autores

Shain et al. (1993) ao substituírem milho (250, 500, 750 e 1000 g k⁻¹g de MS) e casca de soja (250, 500 e 750 g kg⁻¹ de MS) por uma mistura composta de lecitina, borra de soja e casca de soja na dieta de novilhos de corte, não observaram diferença no consumo de matéria seca (9 kg dia⁻¹). Nesta pesquisa, o consumo de matéria seca (9,71 kg dia⁻¹) foi semelhante ao obtido por Shain et al. (1993). Entretanto Abel-Caines et al. (1998) verificaram

maior consumo de matéria seca para vacas leiteiras alimentadas com 120 g kg⁻¹ de MS de mistura de casca de soja, lecitina e borra de soja (27,1 kg dia⁻¹) em relação a dieta controle, com alto teor de amido (24,1 kg dia⁻¹). O resultado do consumo de matéria seca no presente trabalho (2,48 kg 100 kg⁻¹ de PV) foi inferior ao encontrado por Abel-Caines et al. (1998), que obtiveram 4,5 kg por 100 kg de peso vivo.

Presume-se com isso, que o aumento dos níveis de inclusão de borra de soja não alterou a palatabilidade da dieta, pois os resultados foram semelhantes aos obtidos por Shain et al. (1993) e Abel-Caines et al. (1998).

Segundo Van Soest (1994) os bovinos consomem até atingir a saciedade, de modo que em dietas com maior densidade energética consomem menos alimentos para atingir suas necessidades. Entretanto, isso nem sempre ocorre, muitas vezes em dietas com alto teor energético, o consumo de energia digestível diminui, em função da falta de

fibra efetiva no concentrado, contribuindo para diminuição da ruminação e do aumento do potencial de acidose ruminal (VAN SOEST, 1994).

Apesar do aumento na inclusão de borra de soja, a participação do volumoso na dieta provavelmente forneceu adequado teor de fibra efetiva, favorecendo com isso, a ruminação e o controle do pH ruminal, permitindo com que a hipotética diminuição no consumo induzida pela borra fosse compensada, consequentemente, não alterando o consumo de matéria seca (Tabela 3) e energia digestível (Tabela 4).

Tabela 4. Médias, coeficientes de variação e probabilidades dos consumos diários de extrato etéreo e de energia digestível, eficiência lipídica e de energia digestível na dieta de novilhos submetidos a níveis de inclusão de borra de soja.

Variáveis	Níveis de inclusão de borra de soja*					CV	P>F
	00	30	60	90	120		
CEE, kg dia ⁻¹ ¹	0,304	0,475	0,670	0,893	1,005	15,18	0,0001
CEETM, g kg ⁻¹ peso vivo ^{0,75} ²	3,45	5,42	7,54	10,13	11,61	7,09	0,0001
CEEPV, kg 100 kg ⁻¹ peso vivo ³	0,077	0,122	0,169	0,228	0,263	7,13	0,0001
EEE, kg peso vivo kg ⁻¹ EE ⁴	5,35	3,32	2,38	1,67	1,46	20,34	0,0001
CED, Mcal dia ⁻¹	28,98	28,48	29,93	32,10	30,56	8,57	0,1638
CEDTM, Mcal kg ⁻¹ peso vivo ^{0,75} ⁵	328,38	325,13	336,36	363,98	352,99	6,95	0,0074
CEDPV, kg 100 kg ⁻¹ peso vivo ⁶	7,39	7,34	7,56	8,20	8,00	6,72	0,0040
EED, kg peso vivo Mcal ⁻¹ ED ⁷	0,055	0,054	0,053	0,046	0,048	10,72	0,0050

* Na forma como o alimento é oferecido, g kg⁻¹

CEE= consumo de extrato etéreo; CEETM= consumo de extrato etéreo por unidade de tamanho metabólico;

CEEPV= consumo de extrato etéreo em percentagem do peso vivo; EEE= eficiência lipídica; CED= consumo de energia digestível; CEDTM= consumo de energia digestível por unidade de tamanho metabólico; CEDPV= consumo de energia digestível em percentagem do peso vivo; EED= eficiência da energia digestível.

BS = teor de inclusão de borra de soja na dieta (g kg⁻¹), na forma como o alimento é oferecido

¹Y = 0,305 + 0,0061BS; R² = 0,8730; ²Y = 3,42 + 0,070BS; R² = 0,9700; ³Y = 0,0768 + 0,00160BS; R² = 0,9700; ⁴Y = 4,72 - 0,031BS; R² = 0,8506; ⁵Y = 322,66 + 0,298BS; R² = 0,2292; ⁶Y = 7,28 + 0,007BS; R² = 0,2603; ⁷Y = 0,056 - 0,00007BS; R² = 0,2495.

Fonte: Elaboração dos autores.

Estas propriedades da casca de soja foram comprovadas, por Shain et al. (1993), ao alimentarem vacas leiteiras com 0; 60 e 120 g kg⁻¹ de mistura (850, 120 e 30 g de casca, lecitina e borra de soja, respectivamente), perfazendo 35; 45 e 53 g de extrato etéreo na dieta, respectivamente. Esses pesquisadores não observaram diferença na variação

do pH ruminal (entre 6,0 e 6,5) até quatro horas após a alimentação. Desse modo, demonstraram que a casca de soja é um excelente meio de transporte de lecitina e borra na dieta.

A estas características da casca de soja, soma-se ainda o fato de ser um ingrediente com baixo teor de lignina e associado à grande proporção de

fibra digestível, que lhe confere alta passagem pelo trato gastrintestinal. Acrescenta-se que, a maior participação da casca de soja na dieta permitiu que a borra ficasse bem distribuída e aderida às partículas desta, permitindo nesse contexto, o transporte desse ingrediente pelo trato digestivo.

Outro componente que atua no centro de saciedade é o teor de ácido graxo insaturado (AGI) que chega ao intestino delgado, pois segundo Obici et al. (2002), o aumento da concentração sérica de AGI ativa os receptores do centro da saciedade, localizados no hipotálamo, que inibem o apetite e o consumo dos alimentos. Dessa forma, apesar da borra de soja possuir 75,9% de AGI, os níveis utilizados provavelmente não comprometeram a concentração sérica.

Embora, os níveis de borra de soja (106,8 g de extrato etéreo kg^{-1} de MS) se encontrem acima da zona de transição tolerável para quantidade de extrato etéreo no ambiente ruminal, não foram suficientes para comprometer o desempenho dos novilhos. Segundo Kozloski (2009), a fermentação ruminal é inibida se o conteúdo de lipídios for superior a 70 g kg^{-1} matéria seca da dieta, pois o excesso de gordura forma uma cobertura hidrofóbica na célula bacteriana, que impede o seu metabolismo, ou sua adesão nas partículas da dieta. Ocorre a existência de um efeito tóxico direto em que os ácidos graxos incorporariam a membrana bacteriana tornando-a fluível e permeável, o que aparentemente não aconteceu nesse experimento. Todavia, alguns pesquisadores preconizaram valores mais baixos, como, Mir, Mears e Mir (2001), que mencionaram que a inclusão de lipídios na dieta não deveria ultrapassar 60 g de extrato etéreo por kg matéria seca, por causar prejuízos na digestão dos alimentos e comprometer a ingestão de matéria seca (JENKINS, 1993).

Entre estudos que enfocaram o reflexo do extrato etéreo no desempenho bovino, citam-se os de Souza, Medeiros e Morais (2009), que não verificaram diferença ($P>0,05$) no consumo diário de matéria

seca (8,03 kg dia $^{-1}$), utilizando como fonte de gordura, os grãos de soja moídos, com níveis de extrato etéreo de 31,5 e 72,8 g kg^{-1} de MS, porém quando expressa em 100 kg de PV esta diferiu (2,40 vs. 2,25) ($P<0,05$).

Conforme Mertens (1994), o consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo é melhor representado em animais que consomem alimentos fibrosos e que causam distensão ruminal, já que o efeito da dieta tem relação com o tamanho e capacidade do trato gastrintestinal. Em outras circunstâncias, o consumo de matéria seca em tamanho metabólico é melhor expresso para animais, que tem o consumo limitado fisiologicamente (MERTENS, 1994).

Diante dos resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que os novilhos apresentaram consumo de matéria seca considerável para a categoria em estudo (110,31 g por unidade de tamanho metabólico), pois os resultados foram de acordo com os encontrados por Ezequiel et al. (2006), para animais com 24 meses de idade e raça semelhante. Os resultados induzem a afirmar que o fornecimento de dietas para obtenção de sobras entre 50 e 80 g kg^{-1} de matéria seca ofertada, não limitaram o consumo dos animais.

Em relação ao consumo de proteína bruta, expressos nas diferentes formas, também não se verificou diferença com a inclusão de borra na dieta ($P>0,05$; Tabela 3). Na formulação das dietas, pretendeu-se manter a proteína bruta semelhante entre os tratamentos, desse modo em função do consumo de matéria seca entre os novilhos serem similares, os resultados referentes ao consumo de proteína bruta tiveram mesmo comportamento (respectivamente, 1,36 kg, 15,49 g e 0,34 kg) para consumo de proteína diário, em relação ao tamanho metabólico e 100 kg de PV.

No presente trabalho, obteve-se consumo de proteína bruta, em percentual, levemente superior daquele pretendido na dieta (138,7 g kg^{-1} de MS), verificando-se valor médio de 140,4 g kg^{-1} de MS.

Para a variável eficiência de proteína bruta, também não foi observada diferença ($P>0,05$) com a inclusão de borra de soja na dieta, pois essa é calculada pela divisão entre o ganho médio diário e consumo de proteína bruta, que também não diferiram.

O consumo de proteína bruta pelos animais neste estudo foi similar aos resultados obtidos por Ezequiel et al. (2006) que encontraram média de 1,34 kg por dia. Entretanto, Shain et al. (1993) utilizaram na dieta de vacas leiteiras em lactação, uma mistura de lecitina e borra de soja, com níveis de 45 e 53 g de extrato etéreo kg^{-1} de matéria seca e obtiveram diferença no CPB em kg dia^{-1} e 100 kg de PV (4,63 kg dia^{-1} ; 0,77 kg 100 $^{-1}$ de PV e 4,75 kg dia^{-1} ; 0,83 kg 100 $^{-1}$ de PV, respectivamente), enquanto no presente trabalho observou-se consumo de proteína bruta inferior para o teor de extrato etéreo intermediário ao citado (para 47,3 g de extrato etéreo kg^{-1} de matéria seca), com valores de 1,34 kg dia^{-1} e 0,34 kg 100 kg^{-1} de PV.

No que se refere ao consumo de extrato etéreo da dieta, constatou-se comportamento linear para as diferentes formas com que essa fração lipídica foi expressa (Tabela 4). Resultado condizente com o teor de extrato etéreo na dieta, uma vez que não foi encontrada diferença no consumo de matéria seca. Pela interpretação da equação de regressão linear, pode-se verificar que a cada aumento de um grama na borra de soja, espera-se em média, que haja acréscimo de 6,1 g no consumo de extrato etéreo. À medida que a borra de soja foi adicionada na dieta, consequentemente, aumentou o teor de extrato etéreo na ração, procurando-se manter os níveis de gordura equidistantes. A ingestão de gordura foi próximo do ofertado na dieta (consumido 29,5; 49,2; 69,2; 90,0 e 111,5 g de EE kg^{-1} de MS; ofertado 29,0; 47,3; 66,7; 86,8 e 106,8 g de EE kg^{-1} de MS).

A inclusão de borra de soja proporcionou comportamento linear decrescente para eficiência lipídica (Tabela 4), sendo que para o aumento de um grama de borra de soja na dieta, foi observado

em média redução de 0,031 na eficiência do extrato etéreo.

Em estudos com vacas de leite, Abel-Caines et al. (1998) utilizando mistura de lecitina de soja e borra de soja em diferentes proporções na dieta (1,5:1; 2,5:1 e 4:1), correspondendo a 53; 52 e 51 g de EE kg^{-1} de MS, respectivamente, não observaram diferença no consumo de EE, que foi em média de 1,46 kg dia^{-1} e 0,29 kg 100 kg^{-1} de PV. Portanto, os resultados encontrados no estudo em discussão foram inferiores aos divulgados por aqueles autores quando comparado com os mesmos teores de EE usados nas dietas experimentais.

A inclusão de borra de soja não influenciou ($P>0,05$) o consumo de energia digestível em Mcal pelos animais entre os tratamentos, porém quando essa foi expressa por unidade de tamanho metabólico e por 100 kg de peso a diferença ocorreu (Tabela 4). Apesar do consumo de matéria seca ter sido semelhante ($P>0,05$) essa diferença ocorreu em função do aumento de 19,3% na densidade energética da dieta (NDT), do teor mais baixo ao mais alto de borra de soja na dieta.

Os resultados referentes aos consumos de fibras em detergente neutro e ácido apresentaram comportamento linear decrescente com inclusão de borra de soja na dieta ($P>0,05$; Tabela 5). Isso ocorreu em função do decréscimo de casca de soja, que possui elevado teor de FDN e do acréscimo de borra de soja que não possui FDN.

Através da interpretação das equações de regressão linear, verificou-se que a cada aumento de um grama na inclusão de borra de soja espera-se em média um decréscimo de 0,011 kg; 0,122 g e 0,0027 kg no CFDN e 0,008 kg; 0,096 g e 0,0021 kg no CFDA, por dia, por unidade de tamanho metabólico e em 100 kg de peso vivo, respectivamente. A fração FDN é conhecida como componente da parede celular que melhor quantifica o preenchimento gastrintestinal.

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação e probabilidades dos consumos diários de fibras em detergente neutro e ácido por dia e eficiências das fibras na dieta de novilhos submetidos a níveis de inclusão de borra de soja.

Variáveis	Níveis de inclusão de borra de soja*					CV	P>F
	00	30	60	90	120		
CFDN, kg dia ⁻¹ ¹	5,77	5,22	5,07	4,94	4,23	14,09	0,0011
CFDNTM, g kg ⁻¹ peso vivo ^{0,75} ²	65,14	59,40	56,79	55,89	48,71	7,15	0,0001
CFDNPV, g 100 kg ⁻¹ peso vivo ³	1,46	1,34	1,27	1,25	1,10	6,81	0,0001
EFDN, kg peso vivo Kg ⁻¹ FDN ⁴	0,276	0,299	0,315	0,303	0,349	10,99	0,0021
CFDA, kg dia ⁻¹ ⁵	3,91	3,52	3,39	3,26	2,73	13,97	0,0002
CFDATM, Mcal kg ⁻¹ peso vivo ^{0,75} ⁶	44,30	40,13	38,09	36,89	31,53	7,04	0,0001
CFDAPV, kg 100 kg ⁻¹ peso vivo ⁷	0,996	0,905	0,855	0,831	0,714	6,73	0,0001
EFDA, kg peso vivo kg ⁻¹ FDA ⁸	0,406	0,443	0,470	0,461	0,538	10,86	0,0002

* Na forma como o alimento é oferecido, g kg⁻¹

BS = teor de inclusão de borra de soja na dieta (g kg⁻¹), na forma como o alimento é oferecido.

CFDN= consumo de fibra em detergente neutro; CFDNTM= consumo de fibra em detergente neutro por unidade de tamanho metabólico; CFDNPV= consumo de fibra em detergente neutro em percentagem do peso vivo; EFDN= eficiência da fibra em detergente neutro; CFDA= consumo de fibra em detergente ácido; CFDATM= consumo de fibra em detergente ácido por unidade de tamanho metabólico; CFDAPV= consumo de fibra em detergente ácido em percentagem do peso vivo; EFDA= eficiência da fibra em detergente ácido;

¹Y = 5,71 - 0,011BS; R² = 0,3207; ²Y = 64,45 - 0,122BS; R² = 0,6280; ³Y = 1,448 - 0,0027BS; R² = 0,6417; ⁴Y = 0,279 + 0,0005BS; R² = 0,2920; ⁵Y = 3,89 - 0,008BS; R² = 0,3995; ⁶Y = 43,94 - 0,096BS; R² = 0,7095; ⁷Y = 0,998 - 0,0021BS; R² = 0,7215; ⁸Y = 0,407 + 0,0009BS; R² = 0,4019.

Fonte: Elaboração dos autores.

Isso pode estar relacionado ao teor de lignina na dieta que também diminuiu com o aumento de inclusão de borra de soja, porque o teor de lignina do alimento é o principal responsável por regular a digestibilidade da FDN (NRC, 2001).

Baseado, principalmente, nos resultados apresentados por Conrad, Pratt and Hibbs (1964), Mertens (1987) propôs um modelo para estimar o consumo voluntário de vacas em lactação. Segundo este modelo, dietas que apresentam elevado teor de energia, tem seu consumo limitado pelo atendimento das exigências energéticas do animal. Entretanto, dietas com baixo teor energético tem o consumo limitado pela capacidade física de ingestão ou enchimento ruminal. Assim, Mertens (1994) sugeriu a concentração de fibra em detergente neutro na dieta como limitante de consumo de matéria seca, visto que essa é inversamente relacionada ao teor energético e que melhor representa as características dos alimentos em ocupar espaço.

Mediante dessas afirmações Mertens (1987)

sugeriu, nas situações em que o consumo seja limitado pela capacidade física, o consumo de FDN mantenha-se próximo de 12,0 ($\pm 1,0$) g kg⁻¹ de peso vivo. Embora esse valor tenha sido citado para vacas em lactação, muitos pesquisadores afirmam que ele pode ser relacionado com bovinos em crescimento.

Perante dessas informações, verificou-se que a dieta com 120 g de borra de soja por kg de matéria seca na dieta está dentro do valor sugerido por Mertens (1987) para o consumo de FDN, com 11,0 g kg⁻¹ de PV. Logo, o consumo da referida fração não prejudicou o consumo de matéria seca dos novilhos em nenhum dos teores de inclusão de borra de soja. Nesse contexto, a borra de soja dificilmente poderá limitar o consumo via FDN, pois esse ingrediente apresenta em sua composição bromatológica zero % de fibra bruta.

Tanto para a eficiência de fibra em detergente neutro e ácido em ser transformada em ganho de peso vivo, foram observados comportamentos lineares decrescentes ($P<0,05$; Tabela 5). Como

essas frações são resultados da divisão do ganho de peso vivo dos animais ($P>0,05$) pelo consumo das referidas frações ($P<0,05$), a conclusão é coerente, portanto, para o aumento de uma grama na inclusão de borra de soja na dieta espera-se em média acréscimo de 0,0005 e 0,0009 na eficiência de transformação da fibra em detergente neutro e ácido em ganho de peso vivo, respectivamente.

Analizando os resultados apresentados na Tabela 6, constata-se que a inclusão de borra de soja na dieta não promoveu alteração ($P>0,05$) no ganho médio diário dos novilhos, com média de 1,542 kg. Essa

semelhança proporcionou peso final similar (457,92 kg; $P>0,05$) após 84 dias de período experimental ao atingirem adequada cobertura de gordura para comercialização. O peso final e ganho médio diário atingido são consideráveis para categoria em estudo, pois são animais oriundos de desmame precoce (60-90 dias) e criados em sistema extensivo em campo nativo infestado por capim anoni (*Eragrostis plana*) que apresenta baixa qualidade durante a maior parte do ano. Esse desempenho é reflexo do consumo de matéria seca e energia digestível, sendo que essas variáveis não diferiram entre os tratamentos estudados ($P>0,05$).

Tabela 6. Médias, coeficientes de variação e probabilidades de pesos inicial e final, ganho de peso médio diário, escore corporal inicial e final, ganho de condição corporal, conversão alimentar por dia de novilhos submetidos a níveis de inclusão de borra de soja.

Variáveis	Níveis de inclusão de borra de soja*					CV	P>F
	0,0	3,0	6,0	9,0	12,0		
Peso inicial, kg	330,3	324,5	329,0	334,0	323,7	14,09	0,9947
Peso final, kg	464,2	455,3	462,6	459,5	448,0	13,14	0,9902
Ganho de peso médio diário, kg dia ⁻¹	1,594	1,557	1,590	1,493	1,479	14,59	0,8431
Escore corporal inicial, pontos **	2,93	2,83	2,75	2,91	2,85	4,33	0,1119
Escore corporal final, pontos **	4,13	4,01	4,08	4,03	4,01	4,24	0,7203
Ganho de condição corporal, pontos dia ⁻¹ **	0,0142	0,0140	0,0158	0,0132	0,0138	14,10	0,2809
Conversão alimentar, kg MS kg ⁻¹ peso vivo	6,53	6,23	6,18	6,66	6,18	8,82	0,4577

* Na forma como o alimento é oferecido, g kg⁻¹

** Escala variando de 1 a 5, onde 1 = muito magro e 5 = muito gordo.

Fonte: Elaboração dos autores.

Aferri et al. (2005) ao trabalharem com diferentes fontes de lipídios na dieta de novilhos aos 14 meses de idade (controle, caroço de algodão e sais de ácidos graxos de cálcio) não observaram diferença no GMD (1,16 kg) e no peso final (434 kg), enquanto que Souza, Medeiros e Morais (2009) trabalharam com baixo (31,5 g EE) e alto (72,8 g EE) teor de gordura por kg de matéria seca, na dieta de tourinhos aos 10 meses de idade e obtiveram GMD semelhante aos encontrados neste estudo, de 1,487 e 1,511 kg dia⁻¹ e peso vivo final 461 e 462 kg, respectivamente. Os resultados obtidos

neste estudo foram semelhantes aos reportados por Felton e Kerley (2004) que ao avaliarem uma dieta convencional (48 g EE) e com 16% de grãos de soja (81 g EE), na ração de novilhos cruzados em confinamento verificaram GMD de 1,55 vs 1,40 kg dia⁻¹, respectivamente.

A inclusão de borra de soja na dieta não influenciou ($P>0,05$) o escore de condição corporal final dos animais, com média de 4,04 pontos, classificando os novilhos como gordos. Esse resultado é reflexo do ganho de escore de condição corporal, que não diferiu durante o período experimental.

Não houve diferença ($P>0,05$) na conversão alimentar com aumento da inclusão de borra de soja na dieta (Tabela 6). A mensuração da conversão alimentar é importante, pois quanto menor for menor o seu valor mais nutritiva será a dieta, o que oportunizará ao animal ser mais eficiente, isto é, necessitará de menor quantidade de matéria seca para obter um kg de peso corporal.

Resultados de ausência de diferença na conversão alimentar são concordantes com os obtidos por Restle, Keplin e Vaz (1997); Aferri et al. (2005) e Jorge, Zeoula e Prado (2009), cujo valores foram de 8,73; 8,09 e 12,9 kg MS kg⁻¹ PV, respectivamente, os quais estudaram diferentes fontes de gordura na dieta.

Conclusão

O uso da borra de soja é uma alternativa viável até o limite de 120 g por quilograma de alimento na forma como foi ofertado na dieta de bovinos confinados.

Referências

- ABEL-CAINES, S. F.; GRANT, R. J.; MORRISON, M. Effect of soybean hulls, soy lecithin, and soapstock mixtures on ruminal fermentation and milk composition in dairy cows. *Journal Dairy Science*, Champaign, v. 81, n. 2, p. 462-470, 1998.
- AFERRI, G.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PEREIRA, A. S. C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1651-1658, 2005.
- CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 47, n. 1, p. 54-62, 1964.
- EZEQUIEL, J. M. B.; CRUZ e SILVA, O. G. da; GALATI, R. L.; WATANABE, P. H.; BIAGIOLI, B.; FATURI, C. 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*, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 569-575, 2006.
- FELTON, E. E. D.; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1794-1805, 2004.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.
- JORGE, J. R. V.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N. Gordura protegida sobre o desempenho, carcaça e composição química da carne de novilhos Holandês. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 58, n. 223, p. 371-382, 2009.
- KOZLOSKI, G. V. *Bioquímica dos ruminantes*. 2. ed. rev. e ampl. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009. 216 p.
- LOWAMAN, B. G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. *Condition scoring beef cattle*. Edinburgh: East of Scotland College of Agriculture, 1973. 8 p. (Bulletin, 6).
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: GEORGE, C.; FAHEY, J. (Ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, 1994. p. 450-493.
- MIR, P. S.; MEARS, G. L.; MIR, Z. Vegetable oil in beef cattle diets. In: BEAUCHEMIN, K. A.; CREWS, D. H. (Ed.) *Advances in beef cattle science*. Lethbridge: Lethbridge Research Centre, 2001. v.1, p. 88-104.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients requirements of beef cattle. Seventh Revised Edition, Washington, DC, 2001. 232 p.
- OBICI, S.; FENG, Z. H.; MORGAN, K.; STEIN, D.; KARKANIAS, G.; ROSSETI, L. Central administration of oleic acid inhibits glucose production and food intake. *Diabetes*, Alexandria, v. 51, n. 2, p. 271-275, 2002.
- RESTLE, J.; KEPLIN, L. A. da S.; VAZ, F. N. Desempenho em confinamento de novilhos Charolês terminados com diferentes pesos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 8, p. 857-860, 1997.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. Institute Incorporation. *SAS Language Reference*. Version 6. Cary, NC: SAS institute, 2001. 1042 p.
- SHAIN, D. H.; SINDT, M. H.; GRANT, R. J.; KLOPFENSTEIN, T. J.; STOCK, R. A. Effect of a soybean hull:soy lecithin:soapstock mixture on ruminal digestion and performance of growing beef calves and lactating dairy cattle. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 71, n. 5, p. 1266-1275, 1993.

SOUZA, A. R. D.; MEDEIROS, S. R. de; MORAIS, M. da G. Dieta com alto teor de gordura e desempenho de grupos genéticos diferentes em confinamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 7, p. 746-753, 2009.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. R. St. A theoretical model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 39, n. 1-2, p. 95-110, 1992.