

Desempenho, características qualitativas da carcaça e da carne de novilhas Brangus suplementadas em pastagem recebendo diferentes aditivos nutricionais

Performance, carcass and meat qualitative characteristics of Brangus heifers supplemented on pasture, getting different food additives

COMPARIN, Marco Aurélio Scarton^{1*}; MORAIS, Maria da Graça¹; ALVES, Fabiana Villa²; COUTINHO, Marcelo Aranda da Silva¹; FERNANDES, Henrique Jorge³; FEIJÓ, Gelson Luís Dias²; OLIVEIRA, Luiz Orcirio Fialho de⁴; COELHO, Roberta Gomes¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

³Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁴Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil.

*Endereço para correspondência: mascvet@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência de dietas contendo diferentes aditivos sobre o desempenho, características qualitativas da carcaça e da carne de 150 novilhas Brangus suplementadas a pasto diariamente com 0,32% do peso vivo. Os tratamentos foram: suplemento base (sem aditivos); farinha de algas calcárias (*Lithothamnium calcareum*) adicionada ao suplemento base; vitamina E e selênio orgânico adicionados ao suplemento base; gordura protegida adicionada ao suplemento base; uma aplicação por via subcutânea de vitamina D 7 dias antes do abate + suplemento base; e uma associação de vitamina E, selênio orgânico e gordura protegida adicionados ao suplemento base + uma aplicação por via subcutânea de vitamina D 7 dias antes do abate. Os animais foram suplementados por $109,80 \pm 11,71$ dias, quando foram abatidos ao alcançarem $337,95 \pm 20,56$ kg de PV. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e 25 repetições. O desempenho, as características de carcaça e da carne não foram afetados pelos aditivos utilizados. A média da área de olho de lombo de $52,00 \text{ cm}^2$ e a média da espessura de gordura subcutânea de $3,58$ mm dos animais que receberam a associação de aditivos não diferiram dos valores dos animais do tratamento controle. A adição de vitamina D;

não teve efeito sobre a força de cisalhamento da carne. O uso de aditivos conforme os protocolos adotados não foi eficiente para melhorar o desempenho, as características de carcaça e as características físicas da carne de novilhas suplementadas a pasto.

Palavras-chave: antioxidantes, gordura protegida, maciez, rendimento de carcaça, vitamina D

SUMMARY

Aimed with this study to evaluate the efficiency of diets with different additives on the performance, carcass and meat traits of 150 Brangus heifers supplemented on pasture daily with 0,32% of live weight. The treatments were: supplement (no additives); seaweed flour (*Lithothamnium calcareum*) added to the supplement; vitamin E and organic selenium added to the supplement; protected fat added to the supplement; an application subcutaneously of vitamin D seven days before slaughter + supplement; and the association of vitamin E, organic selenium and protected fat added to the supplement + one dose of vitamin D seven days before slaughter. The animals were supplemented by $109,80 \pm 11,71$ days, when they were slaughtered when reached $337,95 \pm 20,56$ kg. The experimental design was completely

randomized with six treatments and 25 repetitions. The performance, the carcass and meat characteristics were not affected by the additives used. The average ribeye area of 52,00cm² and the average fat thickness of 3,58 mm in the animals receiving the combination of additives did not differ from the values of the control treatment. The addition of vitamin D3 had no effect on shear force of *Longissimus dorsi* samples. The use of additives according to the protocols used did not improve the performance, the carcass and meat characteristics of cattle supplemented on pasture.

Keywords: antioxidants, carcass yield, protected fat, tenderness, vitamin D

INTRODUÇÃO

Em sua maioria os bovinos brasileiros são terminados em condições de pastagem. Apesar dos ganhos de peso serem menores, quando comparados ao confinamento, esse sistema é muito eficiente, principalmente quando aliado a estratégias de suplementação.

A suplementação é uma estratégia nutricional que pode ser utilizada na engorda de bovinos a pasto. Essa técnica pode vir associada ao uso de aditivos com intuito de melhorar o desempenho e as características de carcaça dos bovinos, como maior ganho de peso médio diário e maior cobertura de gordura e rendimento de carcaça (NELSON et al., 2004).

O uso da gordura protegida é uma forma de se manipular a dieta com intuito de alterar o perfil de ácidos graxos da carne e como estratégia nutricional na terminação de bovinos de elevado padrão genético, para que atinjam peso e carcaça ideais (JAEGER & OLIVEIRA, 2007; WOOD et al., 2008).

Aditivos mais recentes, como a farinha de algas calcárias marinhas (*Lithothamnium calcareum*), parecem também possuírem pressupostos

capazes de exercer algum efeito positivo sobre o desempenho de bovinos de corte. Os minerais oriundos de fontes orgânicas, como a farinha de algas, apresentam maior solubilidade, o que aumenta a biodisponibilidade e a absorção intestinal dos mesmos (MELO & MOURA, 2009).

Outros aditivos como a vitamina E, vitamina D e o selênio que vêm sendo utilizados acima das exigências nutricionais dos animais com o objetivo principal de melhorar e preservar a qualidade da carne bovina, aumentando o tempo de prateleira ao minimizar a oxidação de ácidos graxos e mioglobina, também podem favorecer um melhor desempenho dos animais (SECRIST et al., 1997), e conseqüentemente melhorar as características de carcaça.

O uso de aditivos em bovinos confinados tem sido bastante testado, no entanto informações sobre a utilização de aditivos em animais a pasto ainda são escassas, sendo de grande interesse determinar a eficiência dessa prática. Sendo assim, o propósito do presente estudo foi verificar a eficiência do uso de aditivos nutricionais (gordura protegida, farinha de algas calcárias, Se orgânico, vitaminas E e D) sobre o desempenho, as características de carcaça e da carne de novilhas Brangus em regime de suplementação a pasto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na propriedade São Geraldo, localizada no município de Terenos, Mato Grosso do Sul. Foram utilizadas 150 novilhas da raça Brangus de dois anos de idade, com aproximadamente 278,93 ± 16,09kg de peso vivo. Os animais foram divididos em seis grupos e alojados em

piquetes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú de 20 hectares cada um, com rodízio de pastagem a cada 14 dias. Os lotes receberam suplementação diária de 1,00kg de concentrado/animal/dia, por 109,80 ± 11,71 dias em média, durante a estação chuvosa, de dezembro de 2009 a abril de 2010, totalizando 125 dias de experimentação.

Foram realizadas em fevereiro amostragens do capim dos seis piquetes utilizando o método do “rendimento comparativo” descrito por Haydock & Shaw (1975) para avaliar a

massa de forragem por hectare, além da coleta de amostras de pasto através do pastejo simulado para avaliação do valor nutritivo (EUCLIDES et al., 1992).

As amostras de alimentos e pastagem foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 96 horas, trituradas em moinho de facas com peneira de 1mm e posteriormente analisadas segundo metodologia descrita pela (AOAC, 1995) e por Van SOEST, 1963), conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica dos alimentos e da parte aérea da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, e massa de forragem média por hectare (kg MS/ha)

Composição	Pastagem	Suplemento base	Gordura protegida ¹	<i>L. calcareum</i>
Kg MS/ha	3916,67	-	-	-
MS (g/kg MS)	287,08	882,90	950,00	995,20
PB (g/kg MS)	69,58	161,55	-	-
EE (g/kg MS)	22,07	38,62	850,00	-
FB (g/kg MS)	350,17	...	-	-
FDN (g/kg MS)	788,73	261,03	-	-
FDN _{CP} (g/kg MS)	765,20	...	-	-
FDA (g/kg MS)	423,03	97,63	-	-
Lignina (g/kg MS)	51,22	...	-	-
MM (g/kg MS)	58,73	30,10	150,00	953,45
Cálcio (g/kg MS)	3,90	...	102,00	250,00
Fósforo (g/kg MS)	1,28	...	-	0,28
CNF ² (g/kg MS)	84,42	...	-	-
NDT ³ (g/kg MS)	525,47	...	-	-

¹Valores fornecidos pelo fabricante (Megalac-E[®]); ²CNF(%) = 100 - (%FDNcp+%PB+%EE+%MM), (WEISS, 1999); ³NDT(%) = (0,98x%CNF) + (0,93x%PB) + 2,25x (%EE-1) + 0,75x (%FDNcp-%Lignina) x (1%(Lignina/%FDNcp)^{0,667})-7, (WEISS et al., 1992).

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDN_{CP} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, FDA = fibra em detergente ácido, MM = matéria mineral, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais.

A gordura protegida utilizada (Megalac-E[®]) é um aditivo rico em ácidos graxos ômega-6, sendo formada a partir do óleo de soja através do processo de saponificação de sais de cálcio, o que

confere proteção aos ácidos graxos poliinsaturados.

Os tratamentos foram os seguintes: 1,00kg de suplemento base/animal/dia (sem aditivos) (CON); 10 gramas de farinha de algas calcárias (*Lithothamnium*

calcareum)/animal/dia + 0,99kg de suplemento base (FA); 1×10^3 UI de vitamina E + 0,6ppm de selênio orgânico adicionadas a 1,00kg de suplemento base/animal/dia (VE); 150 gramas de gordura protegida + 0,85kg de suplemento base/animal/dia (GP); 1,00kg de suplemento base/animal/dia + uma aplicação por via subcutânea de 6×10^6 UI de vitamina D₃/animal sete dias antes do abate (VD); e uma associação de 1×10^3 UI de vitamina E + 0,6ppm de selênio orgânico + 150 gramas de gordura protegida + 0,85 kg de suplemento base/animal/dia + uma aplicação por via subcutânea de 6×10^6 UI de vitamina D₃/animal sete dias antes do abate (MIX).

Foram realizadas pesagens dos animais no início e fim do experimento, com jejum de sólidos de 12 horas, para determinação do ganho de peso médio diário (GMD) e peso final (PF). Os abates das novilhas ocorreram em frigorífico comercial, quando alcançaram em média o peso final de $337,95 \pm 20,56$ kg de PV. Foram realizados seis abates num intervalo de 5 semanas, de maneira que em cada procedimento eram abatidos o mesmo número de animais por tratamento.

Realizou-se a pesagem de carcaça quente para determinar-se o rendimento de carcaça quente, além das medidas de pH inicial e final da carcaça utilizando-se de potenciômetro portátil com eletrodo de inserção (HANNA HI 99163).

Após resfriamento das meias-carcaças por 24 horas a 4°C na meia-carcaça esquerda foi feito um corte transversal, entre a 12^a e a 13^a costelas, para expor o músculo *Longissimus dorsi*, onde mediu-se a espessura de gordura subcutânea e foi realizado o desenho do perímetro do músculo em papel vegetal. As imagens obtidas foram digitalizadas e as áreas de olho-de-lombo (AOL)

determinadas pelo *software* DDA v.1.2 (DDA, 2008).

Após resfriamento da carcaça, da meia-carcaça esquerda uma secção do músculo *Longissimus dorsi* à altura da 9^a e 12^a costelas foi retirada e congelada em seguida. Dessa secção de contrafilé foi retirada uma amostra à altura da 9^a costela, com 2,5 cm de espessura, para determinação das características qualitativas.

A amostra de contrafilé foi pesada e descongelada, permanecendo por 24 horas em refrigerador a 4°C, após isso foi pesada novamente para determinação da perda de líquidos por descongelamento em porcentagem (PLD). A amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente antes de ser assada.

Durante este período foi medido o pH da amostra através de potenciômetro portátil com eletrodo de inserção (HANNA HI 99163) e em seguida, foi analisada a cor por espectrofotômetro (HUNTER LAB MINI SCAN XE PLUS 45/0-L). Utilizou-se a escala CIELAB (onde, L* corresponde à luminosidade; a* à tonalidade de vermelho e b* à de amarelo) para as determinações.

Em seguida a amostra foi assada em forno elétrico à temperatura de 300°C, por 15 minutos até atingir 71°C no seu centro geométrico. Depois de voltar à temperatura ambiente, foi pesada novamente, para se obter a perda de líquidos por cocção em porcentagem (PLC).

Em sequência foram retirados seis cilindros de 1,27cm de diâmetro, paralelos ao sentido das fibras musculares. Após isso para determinar-se a força necessária para cortar transversalmente cada cilindro utilizou-se texturômetro (TA.XT.PLUS *Texture Analyser*) acoplado à lâmina Warner-Bratzler. A média de força utilizada

para cortar os cilindros representou a força de cisalhamento de cada amostra em kgf/cm².

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e 25 repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância considerando no modelo a covariável número de dias para o abate. Utilizou-se o PROC GLM do *software* SAS v.9.2 (SAS Institute, 2008) para os procedimentos estatísticos.

Quando identificado efeito significativo de tratamentos, as médias dos tratamentos com aditivos foram comparadas à média do tratamento controle através do teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito do tratamento com farinha de algas calcárias (*Lithothamnium calcareum*) (P>0,05) sobre o desempenho dos animais (Tabela 2).

A adição de farinha de algas, por se tratar de um aditivo rico em minerais de origem orgânica, de maior solubilidade, pode possibilitar um aumento na absorção e digestibilidade dos mesmos. A maior disponibilidade dos macro e micro minerais adsorvidos às estruturas celulares e elevada porosidade (responsável por aumentar a superfície de contato) facilitarão a assimilação desses compostos, permitindo um melhor desempenho animal (MELO & MOURA, 2009).

Tabela 2. Características de desempenho e de carcaça de novilhas Brangus suplementadas com diferentes aditivos alimentares

Variável ³	Tratamento ^{1,2}						CV (%)	Valor P
	CON	FA	VE	VD	GP	MIX		
PI (Kg)	277,2	279,2	279,3	279,4	279,2	279,4	5,87	0,996
PF (Kg)	336,8	333,3	340,9	340,1	339,7	336,9	6,14	0,797
GMD (Kg/d)	0,543	0,496	0,565	0,562	0,552	0,538	31,26	0,750
RCQ (%)	52,38	51,80	51,95	52,05	52,18	51,95	3,08	0,844
EGC (mm)	3,99	4,18	4,16	4,36	3,69	3,58	42,67	0,558
AOL (cm ²)	55,06	54,06	56,40	58,11	56,05	52,00	14,67	0,292
pH inicial	6,55	6,54	6,55	6,60	6,56	6,54	5,74	0,994
pH final	5,86	5,83	5,84	5,87	5,92	5,85	5,76	0,954

¹CON = controle; FA = farinha de algas calcárias; VE = vitamina E + selênio orgânico; VD = vitamina D; GP = gordura protegida; MIX = vitamina E + selênio; vitamina D; gordura protegida.

²Médias sobrescritas diferem da média do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

³PI = peso inicial, PF = peso final, GMD = ganho médio diário, RCQ = rendimento de carcaça quente, EGC = espessura de gordura de cobertura, AOL = área de olho de lombo.

No entanto a adequada nutrição dos animais e a oferta de pastagem de qualidade do presente estudo pode ter contribuído para anular o efeito deste aditivo sobre o desempenho das novilhas.

Os minerais presentes na forragem e concentrado ofertados por si só foram capazes de satisfazer as exigências de minerais dos bovinos.

Associado a isso está a quantidade consumida pelos animais (10 gramas/animal/dia), que pode não ter sido suficiente para que ocorresse uma melhora representativa na assimilação dos minerais no intestino delgado de forma a refletir sobre o desempenho, melhorando o ganho de peso diário.

Dessa forma, possivelmente a utilização de fontes orgânicas, como a farinha de algas calcárias, quando utilizada em quantidades maiores, poderia promover melhor desempenho de animais em condições de déficit nutricional de minerais, ou seja, quando estiver ocorrendo carência total ou parcial de algum elemento.

Contudo, como são escassos os trabalhos que utilizaram esse aditivo em bovinos de corte suplementados a pasto para permitir uma comparação, ainda não é possível estabelecer uma quantidade a ser recomendada, e mesmo em que condições traria efeitos benéficos.

O uso da gordura protegida é uma estratégia nutricional para terminação de bovinos de elevado padrão genético, para que atinjam peso e qualidade de carcaça ideais (JAEGER & OLIVEIRA, 2007). Isso é possível pois ocorre um aumento da densidade energética da dieta (NELSON et al., 2004). Apesar de bem difundida em animais confinados, existem poucos dados da aplicação dessa ferramenta em bovinos sob regime de suplementação a pasto.

A utilização de 150 gramas de gordura protegida na dieta das novilhas Brangus não melhorou o desempenho e as características de carcaça desses animais (Tabela 2).

O incremento na densidade energética através do uso da gordura protegida pode propiciar um aumento na chegada de lipídios para digestão e absorção no intestino delgado, sem o efeito negativo sobre a digestibilidade da fibra no rúmen, por se tratar de uma fonte de

gordura inerte (HARVATINE & ALLEN, 2006).

Esse aumento na energia da dieta pode trazer tanto benefícios sobre o ganho de peso como sobre o grau de acabamento da carcaça. A beta-oxidação tecidual dos ácidos graxos pode ser uma importante fonte de energia celular. A maior ativação dessa via permitiria a destinação de componentes como glicose e aminoácidos precursores da mesma para formação de glicogênio e proteína, ou seja, deposição de tecido muscular. Além disso, o armazenamento direto dos ácidos graxos na forma de triglicerídeos, levaria a um aumento na deposição de tecido adiposo (RIEGEL, 2012).

Entretanto o fornecimento de 150 gramas não foi suficiente para que ocorresse um aumento considerável na quantidade de ácidos graxos absorvidos, não favorecendo assim um aumento na deposição de tecidos. Tal fato não permitiu melhor desempenho e nem favoreceu a obtenção de carcaças de maior qualidade.

De acordo com Fiorentini et al. (2012) a suplementação dietética com gordura protegida aumenta o GMD de bovinos confinados quando utilizada em níveis mais altos (280 gramas/animal/dia), capazes então de promover incremento de densidade energética da dieta que possibilite uma maior disponibilização de nutrientes para o ganho.

Já em relação às características de carcaça, o aumento do nível de gordura utilizada pode não trazer benefícios. Margarido et al. (2011), ao utilizarem bovinos mestiços alimentados com proporção de volumoso:concentrado de 65:35 recebendo nível elevado de gordura protegida (3% na MS da dieta), não encontraram rendimento de carcaça superior aos animais do grupo controle, e nem diferenças para os valores de área de olho de lombo e espessura de

gordura de cobertura, corroborando os resultados aqui obtidos.

Apesar de ser um aditivo altamente energético, substituições relativamente pequenas, como as descritas pelo presente estudo e demais, apesar de por vezes favorecerem o desempenho, não promovem mudanças significativas no metabolismo de lipídeos capazes de alterar características como a espessura de gordura de cobertura.

A adição diária de 1000 UI de vitamina E e 0,6ppm de selênio no presente trabalho não afetou as características de carcaça e o ganho de peso médio diário das novilhas.

Baldin (2010) ao utilizar quantidades semelhantes de vitamina E também não descreveu efeitos sobre tais características. Montgomery et al. (2005), mesmo ao utilizarem uma dose maior de vitamina E, 2000 UI de vitamina E por dia, na dieta de novilhas confinadas por 105 dias não observaram efeito sobre o desempenho dos animais.

Da mesma forma não foram observadas diferenças significativas no desempenho e nas características de carcaça das novilhas suplementadas com 6×10^6 UI de vitamina D₃ (Tabela 2).

O uso de $7,5 \times 10^6$ UI vitamina D₃/animal/dia por 10 dias antes do abate na dieta de animais da raça Nelore e Limousin confinados levou a um aumento significativo nos níveis de cálcio plasmático, porém sem levar a melhorias no desempenho dos bovinos (BALDIN, 2010), corroborando o resultado aqui obtido.

A utilização de aditivos como a vitamina E, selênio e vitamina D está associada a melhorias na qualidade da carne, no entanto não traz melhorias às características de carcaça e ao desempenho de bovinos de corte. O uso desses aditivos só pode ser recomendado quando se busca um

produto de qualidade diferenciada, de maior valor agregado.

Além disso, é importante destacar a importância que fatores como raça, manejo, idade, sexo e nutrição podem ter sobre o desempenho e características de carcaça (MERCIER et al., 2004; ELZO et al., 2012).

De acordo com Secrist et al. (1997), o uso de vitaminas E e D e selênio como aditivos tende a ter efeito significativo sobre o desempenho de bovinos que foram submetidos previamente à restrição alimentar ou à carência de minerais. Animais submetidos a condições estressantes e que recebem dietas com baixos níveis de vitamina E podem ter melhorias no GMD quando são suplementados com esse nutriente.

Dessa forma, a adição de vitaminas e selênio à dieta das novilhas não foi capaz de promover efeitos satisfatórios, já que esses animais receberam uma dieta equilibrada e não foram submetidos a situações estressantes.

Em relação aos valores médios das características avaliadas (Tabela 2), encontram-se de acordo com os descritos na literatura para novilhas da raça Brangus, mostrando que a nutrição dos animais foi adequada.

Menegaz et al. (2008) utilizando novilhas Brangus, com peso inicial próximo a 300 kg, em manejo de suplementação em pastagem cultivada observaram ganhos de peso médio diário de 0,479kg/dia e peso final de 347kg. Estes valores são considerados satisfatórios para fêmeas bovinas em sistemas de suplementação a pasto.

Kazama et al. (2008) ao utilizarem diferentes fontes energéticas em novilhas Brangus confinadas encontraram rendimento de carcaça quente de 51,4%, 50,8cm² para área de olho-de-lombo e 3,3mm de espessura de gordura de cobertura. E apesar de serem novilhas confinadas, que receberam

maior quantidade de concentrado, apresentaram características de carcaça que corroboram os resultados aqui obtidos. Fiorentini et al. (2012) ao utilizarem novilhas Brangus confinadas encontraram valores de pH da carcaça após 24 horas de 5,70 a 5,80, muito próximos aos aqui obtidos, demonstrando que foram obtidas carcaças dentro dos padrões recomendados, com boa cobertura de gordura, musculosidade e pH ideal (FERNANDES et al., 2008). Como dito anteriormente, a utilização de alguns aditivos se justifica somente pelos benefícios que podem trazer a carne. No entanto tanto o tratamento VE como o MIX não tiveram efeitos significativos sobre as características físicas e pH da carne (Tabela 3). Os efeitos da vitamina E e selênio orgânico na carne estão relacionados

principalmente com a estabilidade da cor e de membranas lipídicas (ARNOLD et al., 1992).

Eikelenboom et al. (2000) afirmaram que a dieta à base de forrageira possui maiores concentrações de alfa-tocoferol, forma mais abundante de vitamina E, do que dietas contendo alto teor de grãos. Considerando que a dieta experimental foi baseada em grande consumo de MS de pasto, pressupõe-se que todos os tratamentos estudados que não receberam suplementação de vitamina E também tiveram um aporte adequado desse nutriente.

Essa condição por si só possibilita que níveis adequados de alfa-tocoferol nos tecidos musculares sejam alcançados, e assim esses se tornem menos suscetíveis à oxidação lipídica e à oxidação da mioglobina (GATELLIER et al., 2005).

Tabela 3. Características físicas e pH do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas Brangus suplementadas com diferentes aditivos alimentares

Variável ³	Tratamento ^{1,2}						CV (%)	Valor P
	CON	FA	VE	VD	GP	MIX		
PLD (%)	12,49	10,88	11,55	11,56	12,10	11,92	30,26	0,694
PLC (%)	36,20	37,32	36,26	37,27	36,49	36,78	8,90	0,727
L*	42,13	40,78	41,62	42,11	42,15	41,60	7,82	0,647
a*	18,45	18,81	18,53	18,53	18,34	18,93	11,60	0,926
b*	15,62	14,71	15,18	15,13	15,23	15,49	12,09	0,589
pH	5,45	5,51	5,51	5,54	5,53	5,38	5,76	0,463
FC (kgf/cm ²)	7,97	8,80	8,72	7,66	8,26	8,73	26,06	0,326

¹CON = controle; FA = farinha de algas calcárias; VE = vitamina E + selênio orgânico; VD = vitamina D; GP = gordura protegida; MIX = vitamina E + selênio; vitamina D; gordura protegida.

²Médias sobrescritas diferem da média do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

³PLD = perda de líquidos por descongelamento, PLC = perda de líquidos por cocção, FC = força de cisalhamento.

Isso explicaria a ausência de efeito significativo da adição de vitamina E e selênio sobre a estabilidade da cor da carne, não sendo possível então evidenciar os efeitos da suplementação desses aditivos.

Dessa forma benefícios oriundos da utilização de selênio como minimização da oxidação da mioglobina através do aumento da capacidade anti-oxidativa tecidual de forma direta (enzima glutathiona peroxidase), e potencialização

da estabilização da vitamina E não se manifestam (O'GRADY et al., 2001).

Ainda assim, a utilização desses antioxidantes pode se justificar, pois mesmo que não ocorra melhoria na estabilidade da cor, o aumento na concentração de vitamina E no tecido muscular pode melhorar o tempo de prateleira, através da diminuição do grau de oxidação lipídica (EIKELENBOOM et al., 2000).

As perdas de líquidos por descongelamento e por cocção presentes na Tabela 3 estão acima dos valores observados por Vaz et al. (2010), que ao avaliarem novilhas terminadas em pastagem cultivada com suplementação, verificaram perdas ao descongelar de 8,32% e ao cozer de 30,52%. O processo de congelamento leva a um aumento da pressão interna e à formação de cristais de gelo dentro do citoplasma, ocasionando rompimento das células e consequente extravasamento de líquidos (BONAGURIO et al., 2003).

Em função disso amostras submetidas a períodos de congelamento variáveis podem apresentar diferentes taxas de extravasamento de líquidos. Sendo que isso pode explicar o aumento nas perdas de líquidos por descongelamento e cocção obtidas em comparação com dados da literatura.

Assim como os demais tratamentos, a aplicação de uma dose 6×10^6 UI de Vitamina D₃ por via subcutânea nos animais não afetou nenhuma das características físicas da carne (Tabela 3). Mesmo a utilização de uma dose elevada de vitamina D possivelmente não favoreceu o aumento na quantidade de cálcio circulante que permitisse elevar os seus níveis de forma a potencializar as proteases cálcio dependentes, denominadas calpaínas, no período pós *rigor mortis* (FOOTE et al., 2004). Dessa forma, não ocorre um maior grau de degradação das miofibrilas, o que

não favorece à produção de uma carne mais macia.

A adição de vitamina D à dieta de bovinos de corte parece ser mais efetiva para melhorar a maciez da carne quando os animais tendem a apresentar carne mais dura, podendo não apresentar efeito em bovinos que produzem carne mais macia (BALDIN, 2010).

No entanto, Pedreira et al. (2003) ao ofertarem a animais zebuínos, de carne conhecidamente menos macia, concentrado com níveis elevados de vitamina D, não observaram efeito de tal vitamina sobre as características físicas do músculo *Longissimus dorsi* desses animais.

Os valores médios de força de cisalhamento aqui obtidos estão acima dos valores descritos por Climaco et al. (2011), de 4,9 para bovinos mestiços e 7,3 para animais zebuínos, ocorrendo aumento da maciez conforme aumenta no cruzamento a participação de raças taurinas. Percebe-se, que mesmo apresentando uma carne menos macia, a utilização de vitamina D não favoreceu o processo de proteólise das miofibrilas musculares.

Novilhos de temperamento mais ativo têm maiores valores de força de cisalhamento do que animais mais calmos. A maior excitação dos bovinos associada ao estresse pode criar condições que são menos favoráveis à proteólise mediada pelas calpaínas e catepsinas (KING et al., 2006).

Entretanto o estresse impediria a redução do pH, o que não seria favorável à atividade das proteases, e justificaria assim os valores de força de cisalhamento encontrados. Entretanto os valores de pH descritos no presente estudo encontram-se em conformidade aos descritos pela literatura (MOLONEY et al., 2008). Além disso os animais apresentaram espessura de gordura de cobertura adequada, o que impede que

ocorra o encurtamento das fibras musculares pelo frio, processo que também pode ser responsável pelo aparecimento de carnes menos macias.

Em experimento avaliando novilhos Angus a pasto também são descritos valores considerados altos para força de cisalhamento ($9,23\text{kgf/cm}^2$) (Vaz et al., 2007). Da mesma forma os animais apresentaram valores normais de pH da carne e adequada cobertura de gordura da carcaça.

Pode-se dizer que animais cruzados que apresentam carne com força de cisalhamento elevada não necessariamente passaram por situações estressantes antes do abate, sendo que outros fatores envolvidos podem estar determinando a maciez da carne em bovinos de corte. Determiná-los também poderá elucidar melhor em que situações a utilização de vitamina D pode ser viável e efetiva.

A suplementação com gordura administrada na forma de sabões de cálcio não alterou as características físicas da carne (Tabela 3).

O aumento no nível de gordura da dieta poderia promover aumento na deposição de gordura intramuscular. Uma maior quantidade de gordura leva a uma menor perda de líquidos por cocção, pois quanto maior a proporção de tecido adiposo menor a quantidade de água presente (SAÑUDO et al., 1997). Isso favoreceria a obtenção de uma carne mais macia, no entanto não houve redução na força de cisalhamento da carne dos animais recebendo esse aditivo.

Bovinos mestiços alimentados com proporção de volumoso:concentrado de 65:35 recebendo 3% MS de aditivo gordura protegida não apresentaram valores de força de cisalhamento menores em relação aos animais do grupo controle (MARGARIDO et al., 2011). Mesmo quando utilizado em

quantidades maiores não parece ser um aditivo capaz de promover alterações na proporção de deposição de tecido muscular e adiposo que favoreçam a obtenção de cortes cárneos de maior maciez.

Através dos resultados obtidos a partir da utilização de aditivos, pode-se concluir que os mesmos não foram eficientes em melhorar o ganho de peso médio diário e as características de carcaça dos animais.

Do mesmo modo que não foram capazes de levar à expressão de resultados fisiológicos eficientes que pudessem alterar as características físicas da carne de novilhas Brangus terminadas no sistema de suplementação em pastagem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington, 1995. 1025p.

ARNOLD, R.N.; SCHELLER, K.K.; ARP, S.C.; WILLIAMS, S.N.; BUEGE, D.R.; SCHAEFER, D.M. Effect of long- or short-term feeding of alpha-tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3055-3065, 1992.

BALDIN, S.R. **Desempenho, características de carcaça e atributos da carne de bovinos jovens confinados suplementados com vitaminas D e E**. 2010. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; GARCIA, I.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003. Supl. 2.

CLIMACO, S.M.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. Da SILVA, L.D.F.; BARBOSA, M.A.A.F.; RAMOS, B.M.O. CONSTANTINO, C. Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2791-2798, 2011.

DETERMINADOR DIGITAL DE ÁREAS - DDA. **Manual DDA**. Versão 1.2. Santo Augusto, RS: Instituto Federal Farroupilha, 2008.

ELZO, M.A.; JOHNSON, D.D.; WASDIN, J.G.; DRIVER, J.D. Carcass and meat palatability breed differences and heterosis effects in an Angus–Brahman multibreed population. **Meat Science**, v.90, p.87-92, 2012.

EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H.; KLUITMAN, I.; HOUBEN, J.H.; KLONT, R.E. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. **Meat Science**, v.54, p.17-22, 2000.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p.691-702, 1992.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; TULLIO, R.R.; PERECIN, D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.139-147, 2008.

FIORENTINI, G.; SANTANA, M.C.A.; SAMPAIO, A.A.M.; REIS, R.A.; RIBEIRO, A.F.; BERCHIELLI, T.T. Intake and performance of confined crossbred heifers fed different lipid sources. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1490-1498, 2012.

FOOTE, M.R.; HORST, R.L.; HUFF-LONERGAN, E.J.; TRENKLE, A.H.; PARRISH JUNIOR, F.C.; BEITZ, D.C. The use of vitamin D3 and its metabolites to improve beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v.82, p.242-249, 2004.

GATELLIER, P.; MERCIER, Y.; JUIN, H. RENERRE, M. Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, color stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. **Meat Science**, v.69, p.175-186, 2005.

HARVATINE, K.J.; ALLEN, M.S. Fat supplements affect fractional rates of ruminal fatty acid biohydrogenation and passage in dairy cows. **Journal of Nutrition**, v.136, p.677-685, 2006.

HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.15, p.663-670, 1975.

JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, R.L. Uso de gordura protegida sobre o desempenho e a digestibilidade para diferentes grupos genéticos de bovinos em confinamento. **Magistra**, v.19, p.135-142, 2007.

KAZAMA, R.; ZEOULA, L.M.; DO PRADO, I.N.; DA SILVA, D.C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.350-357, 2008.

KING, D.A.; SCHUEHLE PFEIFFER, C.E.; RANDEL, R.D.; WELSH Jr., T.H.; OLIPHINT, R.A.; BAIRD, B.E.; CURLEY Jr., K.O.; VANN, R.C.; HALE, D.S.; SAVELL, J.W. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. **Meat Science**, v.74, p.546-556, 2006.

MARGARIDO, R.C.C.; LEME, P.R.; LUZ E SILVA, S.; PEREIRA, A.S.C. Níveis de concentrado e sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos terminados em confinamento. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.330-336, 2011.

MELO, T.V.; MOURA, A.M.A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.99-107, 2009.

MENEGAZ, A.L.; LOBATO, J.F.P.; PEREIRA, A.C.G. Influência do manejo alimentar no ganho de peso e no desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1844-1852, 2008.

MERCIER, Y.; GATELLIER, P.; RENERRE, M. Lipid and protein oxidation in vitro, and antioxidant potential in meat from Charolais cows finished on pasture or mixed diet. **Meat Science**, v.66, p.467-473, 2004.

MOLONEY, A.P.; KEANE, M.G.; DUNNE, P.G.; MOONEY, M.T.; TROY, D.J. Effect of concentrate feeding pattern in a grass silage/concentrate beef finishing system on performance, selected carcass and meat quality characteristics. **Meat Science**, v.79, p.355-364, 2008.

MONTGOMERY, S.P.; DROUILLARD, J.S.; SINDT, J.J.; GREENQUIST, M.A.; DEPENBUSCH, B.E.; GOOD, E.J.; LOE, E.R.; SULPIZIO, M.J.; KESSEN, T.J.; ETHINGTON, R.T. 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.

NELSON, M.L.; MARKS, D.J.; BUSBOOM, J.R.; CRONRATH, J.D.; FALEN, L. 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.

O'GRADY, M.N.; MONAHAN, F.J.; FALLON, R.J.; ALLEN, P. Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2827-2834, 2001.

PEDREIRA, A.C.M.S.; LUCHIARI FILHO, A.; LEITE, V.B.O.; CARVALHO, M.H. Quality characteristics of *Longissimus dorsi* muscle from *Bos indicus* animals treated with vitamin D₃. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.637-642, 2003.

RIEGEL, R.E. **Bioquímica**. 5.ed. São Leopoldo: Unisinos, 2012. 197p.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M., SIERRA, I. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, v.46, p.357-365, 1997.

SAS Institute. **SAS User's guide**. Version 9.2. Cary, CA, USA, 2008.

SECRIST, D.S.; OWENS, F.N.; GILL, D.R. Effects of vitamin E on performance of feedlot cattle: A review. **The Professional Animal Scientist**, v.13, p.47-54, 1997.

Van SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; ARBOITE, M.Z.; PASCOAL, L.L.; ALVES FILHO, D.C.; PACHECO, R.F. Características de carcaça e da carne de novilhos e novilhas super jovens, terminados com suplementação em pastagem cultivada. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.1, p.42-52, 2010.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; PADUA, J.T.; METZ, P.A.M.; MOLETTA, J.L.; FERNANDES, J.J.R. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.31-40, 2007.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

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

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v.78, p.343-358, 2008.

Data de recebimento: 08/07/2013
Data de aprovação: 27/09/2013