

FABIANO ANDRADE FERREIRA

**EFEITO DA REIDRATAÇÃO DO MILHO E SORGO SOBRE A
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE TERMINADOS EM
CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção de título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

F383e
2017
Ferreira, Fabiano Andrade, 1990-
Efeito da reidratação do milho e sorgo sobre a qualidade da
carne de bovinos Nelore terminados em confinamento / Fabiano
Andrade Ferreira. – viçosa, MG, 2017.
vii, 17f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Mário Luiz Chizzotti.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.12-17.

1. Nutrição animal. 2. Amido na nutrição animal. 3. Grãos
na nutrição animal. 4. Carne - Qualidade. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.085

FABIANO ANDRADE FERREIRA

**EFEITO DA REIDRATAÇÃO DO MILHO E SORGO SOBRE A
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE TERMINADOS EM
CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção de título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de JULHO de 2017.

Shirley Motta de Souza

Luciana Navajas Rennó

(Coorientadora)

Mario Luiz Chizzotti
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A Deus pela vida e por ter me concedido uma mentalidade forte para vencer as adversidades, perseguir e conquistar meus sonhos .

A meus pais Joaquim e Eurides e minhas irmãs Cristina e Cristiana pelo incentivo constante.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e especialmente ao Departamento de Zootecnia pela contribuição para a minha formação profissional.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

Aos funcionários do departamento de Zootecnia pela boa vontade de ajudar.

Aos Membros da banca Luciana Navajas Rennó e Shirley Motta de Souza pelas contribuições.

Ao professor Mário Luiz Chizzotti pela orientação.

Aos colegas de Laboratório e pós-graduação pela ajuda, Maurício Miguel, Camila Andressa, Rafael Torres, Luiz Pereira, Augusto Mattos, Marcos Pacheco, Malber Nathan, Anderson Eugênio, Felipe Evangelista.

Ao Germán Darío e ao Felipe Henrique (peão) pela ajuda, amizade e companheirismo.

BIOGRAFIA

Fabiano Andrade Ferreira, filho de Eurides Alves de Andrade Ferreira e Joaquim Dias Ferreira, nasceu em 23 de julho de 1990, na cidade de Jacobina, Bahia.

Ingressou-se no curso de graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia no ano de 2009, graduando-se em 2013.

Em agosto de 2015 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, no programa de pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, submeteu-se a defesa da dissertação 19 de Julho de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	2
RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
CONCLUSÕES	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

RESUMO

FERREIRA, Fabiano Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Efeito da reidratação do milho e sorgo sobre a qualidade da carne de bovinos Nelore terminados em confinamento.** Orientador: Mário Luiz Chizzotti. Coorientadores: Luciana Navajas Rennó e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Milho e sorgo são as duas principais fontes de amido utilizadas na dieta de bovinos de corte confinados no Brasil. A presença de uma forte matriz proteica que recobre os grânulos de amido, o tipo de amido e a presença de fatores anti-nutricionais interferem em seu aproveitamento. A reidratação seguida de ensilagem destes grãos pode ser utilizada como estratégia de processamento, visando aumentar a digestão do amido no trato digestório total, com intuito de se aumentar a absorção de precursores gliconeogênicos necessários para síntese do glicogênio muscular e da gordura intramuscular e conseqüentemente melhorar as características qualitativas da carne. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do cereal, (milho ou sorgo) e do processamento (reidratação seguida de ensilagem dos grãos), sobre a qualidade da carne de bovinos Nelore terminados em confinamento. Foram utilizados 24 machos Nelores não castrados com média de peso inicial de 270 ± 53 kg, mantidos em confinamento durante 140 dias de período experimental, alimentados com dietas com relação volumoso: concentrado de 30:70, utilizando silagem de milho como volumoso. Os tratamentos foram distribuídos às unidades experimentais, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×2 , constituído por dois cereais (milho ou sorgo) processados (reidratados e ensilados) ou não. Não houve efeito do tipo de grão ou do processamento, nem da interação entre esses fatores ($P > 0,05$), sobre o pH durante o resfriamento, pH final, ou coloração da carne fresca ou maturada. Contudo, houve maior intensidade de amarelo (b^*) da gordura nas dietas a base de milho ($P = 0,0381$) quando comparadas às dietas a base de sorgo. Os tratamentos não diferiram ($P > 0,05$) para força de cisalhamento, comprimento de sarcômero, perdas por descongelamento, perdas por cocção e perdas totais nos bifes frescos ou maturados e na composição centesimal. A reidratação e ensilagem do milho ou sorgo utilizado na dieta de bovinos não altera a qualidade da carne. O uso de sorgo na dieta de bovinos favorece a deposição de gordura de coloração clara na carcaça.

ABSTRACT

FERREIRA, Fabiano Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Effect of rehydration of corn and sorghum on the quality of meat of Nellore cattle confined.** Adviser: Mário Luiz Chizzotti. Co-advisers: Luciana Navajas Rennó and Sebastião de Campos Valadares Filho.

Maize and sorghum are the two main sources of starch used in the diet of beef cattle confined in Brazil. The presence of a strong protein matrix recovering the starch granules limits, the type of starch and the presence of anti-nutritional factors affects its availability. The rehydration followed by ensiling of these grains can be used as a processing strategy to optimize the digestion of the starch in the total digestive tract, in order to increase the supply of gluconeogenic precursors necessary for synthesis of muscle glycogen and intramuscular fat and consequently improve the qualitative characteristics of the meat. The present work was developed with the objective of evaluating the effect cereal (corn or sorghum) and the effect of proceeding (rehydration followed by ensiling) on the quality beef of Nellore cattle finished in feedlot. Twenty- four Nellore bulls with average initial weight of 270 ± 53 kg, kept in confinement during 140 days of experimental period, were fed the experimental diets with roughage: concentrate ratio of 30:70, using corn silage as roughage. The treatments were distributed to the experimental units, in a completely randomized design, in a 2 x 2 factorial scheme, consisting of two sources of grain (corn or sorghum) rehydrated or not. There was no interaction or treatment effects ($P > 0.05$) on beef pH during cooling, ultimate pH and color parameters of fresh or aged beef. However, there was an increase in yellow intensity (b^*) on subcutaneous fat in corn-based diets ($P = 0.0381$) when compared to sorghum diet. The treatments did not differ ($P > 0.05$) for shear force, sarcomere length, thaw losses, cooking losses, total losses in steaks with or without aging, and on beef centesimal composition. The rehydration and ensiling of corn or sorghum to use on cattle diet did not alter the beef quality. The use of sorghum of beef cattle diet favors the deposition of white fat on carcass.

INTRODUÇÃO

O milho e o sorgo são as principais fontes de amido utilizadas no confinamento de bovinos (Oliveira & Millen, 2014), Entretanto, estes cereais diferem em relação à disponibilidade do amido (Huntington, 1997) e à concentração de pigmentos como os carotenos (Blessim, 1962).

Ambos cereais apresentam uma forte matriz proteica ao redor dos grânulos de amido, limitando o ataque microbiano a nível ruminal e a ação enzimática no intestino delgado. Portanto, a reidratação dos grãos e posterior ensilagem pode ser utilizada com intuito de aumentar digestibilidade do amido no trato digestivo total, através da redução da integridade da matriz proteica que circunda os grânulos de amido, permitindo assim um maior ataque enzimático das enzimas microbianas ou intestinais (Arcari et al., 2016).

Uma maior digestibilidade do amido em nível ruminal ou pós ruminal, é um pré-requisito para se aumentar o aporte de glicose, seja de maneira indireta, através da gliconeogênese, que utiliza o propionato como principal substrato, ou diretamente através da absorção da glicose em nível de intestino delgado (Rowe et al., 1999).

A glicose é utilizada na síntese do glicogênio muscular, que desempenha um papel crucial no declínio do pH post-mortem quando convertido em ácido lático e prótons de hidrogênio (H⁺) (Volpi-Lagreca & Duckett, 2017). A queda do pH está associada a atributos de fundamental importância na produção de carne de qualidade, como a coloração, capacidade de retenção de água e maciez (Ferguson & Gerrard, 2014). A glicose também é considerada o substrato preferencial para a síntese de gordura intramuscular pelos adipócitos (Smith & Crouse, 1984; Rhoades et al., 2007; Smith et al., 2009).

A hipótese do trabalho é que o tipo de grão e a reidratação do milho e ou do sorgo afetam a disponibilidade de amido em nível ruminal e ou pós ruminal, afetando características qualitativas da carne (pH, cor, maciez e extrato etéreo). Objetiva-se avaliar o efeito do tipo de cereal e da reidratação do milho e do sorgo sobre a qualidade de carne de bovinos Nelore terminados em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais e aprovado pela comissão de ética no uso dos Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa (Protocolo 29/2017). Foram utilizados 24 bovinos Nelore não castrados, com peso médio inicial de 270 ± 53 kg e idade média de 7 meses. Inicialmente todos os animais foram identificados com um brinco na orelha esquerda, pesados, tratados contra endo e ectoparasitas.

O experimento foi conduzido em delineamento fatorial 2×2 e os animais foram divididos aleatoriamente em 4 grupos com 6 animais em cada grupo. Os fatores avaliados foram a fonte de cereal no concentrado: milho (M) ou sorgo (S); e o processamento desses cereais: seco (S) ou reidratado/ensilado (R).

Aproximadamente 60 dias antes do início do experimento, o processo de reidratação dos grãos de milho e sorgo foi realizado. Cerca de 6000 kg de cada um dos grãos foram moídos em moinho tipo martelo com peneiras de crivos 3 mm, sendo em seguida medido o teor de matéria seca dos alimentos. Posteriormente, foi realizada a adição de água até que o teor de 35% de umidade fosse atingido, utilizando uma betoneira para homogeneização, sendo, então, ensilado em silos tipo manilha de 1m^3 de capacidade, na densidade aproximada de 1000 kg/m^3 . Os silos foram cobertos por lona e foi adicionada uma camada de terra de aproximadamente 10 cm sobre a lona.

As dietas foram isoproteicas, com aproximadamente 137 g de proteína bruta/kg matéria seca, formuladas para ganho de 1,2 kg/dia de acordo com as recomendações do BR CORTE (Valadares Filho et al., 2010). A dieta foi composta de 30% de silagem de milho e 70% de concentrado, conforme apresentado na Tabela 1.

As amostras de silagem de milho e concentrados foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (método INCT-CAG-003/1), matéria mineral (método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (método INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (método INCT-CA G-005/1), fibra insolúvel em detergente neutro (método INCT-CA F-002/1) e carboidratos não fibrosos segundo as recomendações propostas por Detmann et al. (2012).

Tabela 1- Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas			
	Milho		Sorgo	
	Seco	Reidratado	Seco	Reidratado
	% da MS			
Silagem de Milho	28,44	28,44	28,44	28,44
Milho Seco	60,83	-	-	-
Milho Reidratado	-	60,83	-	-
Sorgo Seco	-	-	60,83	-
Sorgo Reidratado	-	-	-	60,83
Farelo de Soja	6,75	6,75	6,75	6,75
Núcleo Mineral ^a	2,94	2,94	2,94	2,94
Ureia + Sulfato de Amônia (9:1)	1,04	1,04	1,04	1,04
Composição ^b	% da MS			
MS	54,21	46,74	54,17	47,32
MO	95,88	96,45	96,12	96,41
PB	13,36	13,10	13,37	13,05
EE	2,96	3,61	1,94	2,65
FDN	23,84	20,84	23,92	21,92
CNF	55,72	58,90	56,90	58,80

^a Núcleo mineral : 150g de Ca, 17g de P, 23g de S, 45g de K, 14g de Mg, 57g de Na, 360mg de Cu, 21,6mg de Co, 415mg de Fe, 21mg de I, 715mg de Mn, 6mg de Se, 714mg de Monensina Sódica

^b MS =matéria seca, MO = matéria orgânica, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo, FDN=fibra insolúvel em detergente neutro, CNF= carboidratos não fibrosos

Após 28 dias de adaptação, os animais foram confinados por 140 dias, sendo pesados em jejum e abatidos. O abate foi conduzido de maneira humanitária, onde os animais foram insensibilizados através de concussão cerebral pela marreta pneumática com dardo cativo penetrativo e posterior secção da veia jugular e artéria carótida. O pH e a temperatura foram monitorados no *Longissimus lumborum* a cada

2 horas durante as 24 horas de resfriamento das carcaças, usando um potenciômetro com uma sonda de pH e temperatura (SevenGo™, Mettler Toledo-Schwerzenbach, Suíça). Após 24 horas de resfriamento das carcaças a 4° C, foram coletadas amostras do músculo *Longissimus lumborum* para posteriores análises qualitativas da carne.

A partir da amostra do músculo *Longissimus lumborum* que foi coletada, foram obtidos dois bifês de uma polegada (2,54cm) de espessura que foram embalados à vácuo, sendo um imediatamente congelado e o outro maturado por sete dias a 4°C e então congelado a -20°C para as demais análises. As análises foram realizadas no Laboratório de Ciência da Carne do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa.

Para a avaliação objetiva da coloração da carne os bifês foram descongelados por 16 horas à 4°C. Após serem descongelados, os bifês foram retirados das embalagens e ficaram 30 minutos em exposição ao ar em ambiente refrigerado (4°C). Foi avaliada a coloração da gordura subcutânea sobre o músculo *Longissimus lumborum* imediatamente após a coleta dos bifês. Como o auxílio de um colorímetro (HunterLab MiniScan EZ 45/0 LAV) ajustado à fonte iluminante D65 e ângulo de 10° para o observador, foram tomadas as leituras para as faixas de L*, a* e b* conforme a escala CIELab. O valor de L* (luminosidade) varia de 0 a 100, onde o valor máximo de 100 representa uma perfeita reflexão difusa, enquanto que o valor mínimo (0) caracteriza o preto. Os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a* varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*) e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*) (MacDougall, 1994). Foram realizadas cinco leituras de cada amostra, em pontos diferentes, e posteriormente foi feita uma média de cada valor para cada amostra.

Para as análises de perdas de exsudatos da carne foram utilizados bifês de uma polegada, que posteriormente foram utilizados para a análise de força de cisalhamento. A perda por descongelamento foi considerada como sendo a diferença gravimétrica entre os bifês antes e após o descongelamento por 16 horas a 4°C. Para a perda por cocção, os bifês foram assados em banho maria preaquecido à 80°C, sendo revirados a cada 20 minutos, durante 60 minutos. As perdas totais foram obtidas pela diferença de peso entre as amostras congeladas e após o cozimento. As perdas foram expressas em percentagem do peso do bife antes do processo, segundo a fórmula a seguir:

$$\text{Perda (\%)} = [(\text{peso antes} - \text{peso depois}) / \text{peso antes}] \times 100$$

A força de cisalhamento foi mensurada neste mesmo bife utilizado para a estimativa das perdas, os bifos foram novamente embalados a vácuo e cozidos durante 30 minutos em banho-maria a 70 °C com circulação constante de água, sendo então novamente pesados para determinação das perdas por cocção e refrigerados por 16 horas à 4°C. Após este período cinco amostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, foram coletadas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60° e espessura de 1,016 mm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro a Warner-Bratzler® (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA). Foram tomadas as forças máximas utilizadas para romper as amostras cilíndricas, sendo a média das cinco repetições o valor de força de cisalhamento atribuído a cada amostra e a área da curva de deformação como parâmetro de maciez.

O comprimento de sarcômero foi estimado segundo a técnica da difração do laser (Cross et al., 1981) conforme descrita a seguir. Com o auxílio de uma pinça de ponta fina, foram retirados seis finos filamentos de carne de cada amostra, que foram colocadas separadamente em uma lâmina de vidro, posteriormente foi acrescentado um gota de solução de sacarose 0,2 M (0,2 M de glicose e 0,1 M de NaHPO₄ com pH 7) à 4°C sobre cada filamento. As lâminas preparadas com os filamentos foram então colocadas em um suporte onde o laser (632,8nm) foi incidido sobre os filamentos. As bandas de difração foram então tomadas 12 cm abaixo do suporte. Foram obtidas seis bandas de difração para cada amostra, sendo o valor médio utilizado para obter o comprimento de sarcômero segundo a equação abaixo.

$$\text{Comprimento de sarcômero } (\mu\text{m}) = \frac{0,6328 \times D \times \sqrt{(T/D)^2 + 1}}{T}$$

Onde: D= a distância em mm, entre o suporte de fixação das lâminas e o local de coleta das bandas difusas do laser (no presente trabalho será utilizada 120 mm) e T= distância em mm, entre as bandas extremas dividida por 2.

A composição centesimal das amostras de carne foram analisadas segundo as recomendações propostas por Detmann et al. (2012) quanto aos teores de matéria seca (método INCT-CAG-003/1), matéria mineral (método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (método INCT- CA N-001/1), extrato etéreo (método INCT- CA G-005/1).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (duas fontes de grão, reidratados ou não), com 6 animais por tratamento. Os dados foram analisados utilizando-se o PROC GLM do pacote estatístico SAS. O modelo incluiu efeito fixo da fonte de grão, do processamento do grão e a interação entre fonte de grão e processamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito do tipo de grão, processamento ou interação entre esses fatores, sobre os valores de pH da carne carcaça durante as 24 horas de resfriamento carcaça (Tabela 2). Os valores de pH final, após 24 horas de resfriamento, estão dentro da faixa considerada ideal (5,5 a 5,8) para a carne bovina (Ferguson & Gerrard, 2014).

A inexistência de efeitos dos tratamentos no declínio do pH durante as 24 horas de resfriamento e no pH final possivelmente indica que as dietas não influenciaram a síntese e armazenamento do glicogênio muscular. A ausência de efeito da densidade energética da dieta sobre a queda do pH e pH final da carcaça foi relatada por Immonen et al. (2000), Lowe et al.,(2002) e Apaoblaza et al. (2017), demonstrando que embora a densidade energética da dieta tenha um forte impacto na síntese do glicogênio muscular (Pethick &Rowe, 1996., Frylinck et al., 2012), a relação entre a concentração de glicogênio muscular e a queda do pH no post-mortem não é linear, visto que é dependente também da atividade de enzimas envolvidas glicogenólise (Apaoblaza et al., 2015).

Tabela 2 – Médias, erros padrão e valores P para o pH no músculo *Longissimus lumborum* avaliado em diferentes horários post mortem durante as 24 horas de resfriamento da carcaça em bovinos alimentados com milho ou sorgo, reidratados ou não.

Horas	Tratamentos				EPM	Valor P		
	Milho		Sorgo			G	P	G×P
	Seco	Reidratado	Seco	Reidratado				
0	7,09	6,98	6,82	6,95	0,11	0,2527	0,9693	0,3686
2	6,80	6,79	6,66	6,58	0,16	0,1730	0,7315	0,7614
4	6,60	6,58	6,52	6,40	0,13	0,2194	0,5348	0,6199
6	6,41	6,47	6,36	6,22	0,15	0,2097	0,7431	0,3968
8	6,30	6,31	6,34	6,13	0,14	0,5351	0,3878	0,3287
10	6,30	6,22	6,13	6,02	0,12	0,8688	0,3325	0,0677
12	6,04	6,15	5,96	5,94	0,13	0,1299	0,7780	0,5378
14	5,97	6,06	5,95	5,89	0,13	0,3342	0,8961	0,4662
16	5,94	5,95	5,85	5,83	0,14	0,3337	0,8585	0,8673
18	5,84	5,93	5,77	5,80	0,13	0,3267	0,5504	0,7863
20	5,79	5,87	5,75	5,78	0,12	0,5350	0,6132	0,8095
22	5,78	5,86	5,74	5,68	0,15	0,3736	0,9616	0,5520
24	5,74	5,81	5,82	5,77	0,16	0,9055	0,9305	0,6089

EPM= erro padrão da média. G=efeito do tipo de grão, P = efeito do processamento, GXP= interação grão e processamento.

Os tratamentos não diferiram para os parâmetros de coloração (L*, a* e b*) da carne com ou sem maturação (Tabela 3). Contudo, houve um aumento da intensidade da coloração amarela (b*) da gordura nas dietas a base de milho quando comparadas as dietas a base de sorgo. Ausência de efeito das dietas experimentais para os parâmetros de avaliação da coloração da carne maturada ou não, possivelmente é proveniente da semelhança do pH final de todas as dietas experimentais a faixa considerada ideal de pH ($\leq 5,8$) para se obter uma coloração considerada normal (Mahmood et al., 2017). Vaz et al. (2005) também não observaram efeito de diferentes níveis de energia nos parâmetros L*, a* e b* da carne de novilhos confinados. O aumento da intensidade da coloração amarela (b*) da gordura nas dietas a base de milho pode ser decorrente de maior acúmulo de carotenoides (Moloney et al., 2008., Rossi et al., 2016). De acordo com Blessim (1962), o milho grão apresenta teores de 2,0 e 20,1 ppm enquanto o sorgo grão de 0,3 e 18,0 ppm de caroteno e xantofila, respectivamente, sendo esses carotenoides relacionados à pigmentação amarela em produtos de origem animal. A coloração amarelada da gordura subcutânea é uma característica considerada indesejável em

determinados mercados do sul da Europa (Dunne et al.,2006) que valorizam a coloração branca da gordura subcutânea, devido a associação da gordura amarelada a carne de qualidade inferior, proveniente de animais velhos, portando o uso de determinados alimentos que tenham uma menor capacidade de pigmentação da gordura subcutânea, como o sorgo grão, pode ser utilizada de maneira estratégica visando atender as exigências desses mercados.

Tabela 3 – Médias, erros padrão e valores P dos parâmetros de coloração da carne, maturada ou não, e da gordura subcutânea, no músculo *Longissimus lumborum* em bovinos alimentados com milho ou sorgo, reidratados ou não.

Itens	Tratamentos				EPM	Valor P		
	Milho		Sorgo			G	P	G×P
	Seco	Reidratado	Seco	Reidratado				
Carne sem maturação								
L*	41,08	43,01	41,67	41,47	1,13	1,1524	0,3564	0,4517
a*	12,39	13,22	12,79	13,42	0,44	0,8087	0,8181	0,1032
b*	13,30	11,65	12,34	12,67	0,60	0,6636	0,2857	0,1148
Gordura sem maturação								
L*	66,65	68,13	70,3930	64,91	1,97	0,8929	0,3215	0,0921
a*	10,17	11,19	8,6300	10,31	1,06	0,2669	0,2150	0,7589
b*	23,36	23,38	22,52	21,14	0,69	0,0381	0,3378	0,3225
Carne maturada por sete dias								
L*	41,73	41,73	43,25	43,27	1,15	0,6457	0,0866	0,0896
a*	12,68	12,07	13,26	12,44	0,81	0,5599	0,3861	0,8998
b*	12,57	13,88	12,68	13,56	0,66	0,8742	0,1142	0,7477

EPM= erro padrão da média. G=efeito do tipo de grão, P = efeito do processamento, GXP= interação grão e processamento.

Não houve diferenças entre os tratamentos para força de cisalhamento, comprimento de sarcômero, perdas por descongelamento, perdas por cocção e perdas totais nos bifos sem e com maturação (Tabela 4). Os valores de maciez encontrados em todos os tratamentos estão dentro da faixa considerada como carne macia, abaixo de 4,6 kgf (Shackelford et al., 1991) e foram relatados na literatura em animais oriundos de sistema de produção, grupo genético e idade similares (Igarasi et al., 2008., Rubiano et al., 2009).

Os valores encontrados entre todos os tratamentos analisados para comprimento de sarcômero estão dentro da variação natural (1.3-2.1 μm) encontrada em carne considerada macia (Starkey et al., 2016). O comprimento de sarcômero no

post-mortem é uma variável que interfere na maciez da carne, visto que um sarcômero com menor comprimento acarreta num aumento do diâmetro da fibra e numa redução da área de ação das enzimas proteolíticas (Ertbjerg & Puolanne, 2017).

Tabela 4 – Médias, erros padrão e valores P de força de cisalhamento, comprimento do sarcômero e perdas por descongelamento, cocção e totais avaliados na carne sem maturação (dia 0) ou maturada por sete dias (dia 7), em bovinos alimentados com milho ou sorgo, reidratados ou não.

Itens	Tratamentos				EPM	Valor P		
	Milho		Sorgo			G	P	G×P
	Seco	Reidratado	Seco	Reidratado				
Força de cisalhamento, kgf								
Dia 0	3,16	3,18	3,04	3,31	0,22	0,9703	0,5875	0,6369
Dia 7	2,22	2,73	2,72	2,68	0,22	0,3114	0,2816	0,2189
Sarcômero, µm								
Dia 0	1,87	1,85	1,85	1,83	0,07	0,8006	0,7932	0,9354
Dia 7	1,88	1,78	2,21	2,00	0,12	0,0192	0,1864	0,6074
Perdas por descongelamento, %								
Dia 0	4,20	4,13	3,68	3,73	1,26	0,7266	0,9902	0,9634
Dia 7	5,21	4,14	3,07	4,21	1,06	0,3432	0,9743	0,3101
Perdas por cocção, %								
Dia 0	18,63	19,44	22,47	18,00	2,97	0,6908	0,5442	0,3854
Dia 7	21,73	15,42	23,03	18,22	2,99	0,5004	0,0781	0,8036
Perdas totais, %								
Dia 0	22,83	23,56	26,21	21,72	3,33	0,8233	0,5878	0,4541
Dia 7	21,42	20,41	20,82	19,11	1,16	0,7743	0,1318	0,6021

EPM= erro padrão da média. G=efeito do tipo de grão, P = efeito do processamento, GXP= interação grão e processamento.

Ausência de efeito das dietas nas perdas por descongelamento, perdas por cocção, perdas totais nos bifés sem e com maturação foram relatadas por Igarasi et al. (2008), ao avaliarem a qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. Kazama et al. (2008) também não observaram efeito de diferentes fontes energéticas nas perdas por descongelamento e cocção na carne de novilhas confinadas.

Não houve efeito dos tratamentos para a composição centesimal da carne (Tabela 5). Os valores de matéria seca, proteína e minerais na carne são relativamente constantes (aproximadamente 75% de água, 19 a 25% de proteína e 1 a 2 % de minerais), sofrendo pouca influência da dieta (Passini et al.,2002; Lage et

al.,2012; Carvalho et al., 2014). Os valores de extrato etéreo (EE) obtidos a partir de amostras coletadas no músculo Longissimus dorsi são correlacionados com deposição da gordura intramuscular, portanto o EE é um indicador confiável do marmoreio (Bindon, 2004). Os valores de EE obtidos nas amostras de carne entre os tratamentos estão acima do mínimo de 3% extrato etéreo na matéria seca recomendado para se obter a percepção sensorial do sabor na carne (Baghurst, 2004).

Tabela 5 – Médias, erros padrão e valores P da composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum*, em bovinos alimentados com milho ou sorgo, reidratados ou não, na base da matéria seca.

Itens ^a	Tratamentos				EPM	Valor P		
	Milho		Sorgo			G	P	G×P
	Seco	Reidratado	Seco	Reidratado				
MS (%)	21,42	20,41	19,11	20,82	1,16	0,4192	0,7630	0,2526
PB (%)	19,41	19,89	19,43	18,90	1,58	0,7579	0,9888	0,7510
MM (%)	1,04	0,90	0,90	1,02	0,07	0,9233	0,9412	0,0736
EE (%)	4,16	4,13	4,46	3,62	0,29	0,7206	0,1356	0,1615

^a MS = matéria seca, PB = proteína bruta, MM = matéria mineral, EE = extrato etéreo, EPM= erro padrão da média. G=efeito do tipo de grão, P = efeito do processamento, GXP= interação grão e processamento.

A reidratação dos grãos (milho e sorgo) foi incapaz de promover o aumento do EE. Considerando que a glicose é o principal substrato utilizado na hipertrofia adipócitos intramusculares (Smith et al., 2009; Hocquette et al., 2010) e que o processo de reconstituição e ensilagem dos grãos promove um aumento da digestibilidade do amido no trato digestível total(Arcari et al., 2016), fornecendo mais substrato indiretamente (propionato) através da gliconeogênese ou diretamente (glicose) para a síntese da gordura intramuscular, a ausência de efeito de processamento de grãos, provavelmente é devido a baixa capacidade de deposição de gordura intramuscular de machos não castrados (Bong et al., 2012; Baik et al., 2014), como também da ausência de pré-disposição genética dos animais da raça nelore (Teixeira et al., 2017). A incapacidade do aumento de precursores gliconeogênicos de promoverem uma alteração na deposição de EE no músculo Longissimus dorsi de machos Nelore não castrados foram evidenciados pela

literatura (Lage et al .,2014; san vito et al.,2015;), que não observaram efeito da inclusão de glicerina bruta na deposição de EE intramuscular.

CONCLUSÕES

A reidratação ou o uso de milho ou do sorgo em dietas de bovinos confinados não altera as características qualitativas da carne como pH, coloração, maciez, comprimento de sarcômero, perdas por descongelamento, perdas por cocção, perdas totais e composição centesimal.

O uso de sorgo na dieta diminui a intensidade da coloração amarela da gordura subcutânea de bovinos em relação ao uso de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APAOBLAZA, A. et al. Glycolytic potential and activity of adenosine monophosphate kinase (AMPK), glycogen phosphorylase (GP) and glycogen debranching enzyme (GDE) in steer carcasses with normal (< 5.8) or high (> 5.9) 24h pH determined in M. longissimus dorsi. **Meat Science**, v. 101, p. 83-89, 2015.
- APAOBLAZA, A. et al. Effect of season, supplementation and fasting on glycolytic potential and activity of AMP-activated protein kinase, glycogen phosphorylase and glycogen debranching enzyme in grass-fed steers as determined in Longissimus lumborum muscle. **Livestock Science**. 202, p. 101–108, 2017.
- ARCARI, M. A. et al. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 167-173, 2016.
- BAGHURST, K. Dietary fats, marbling and human health. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, n. 7, p. 635-644, 2004.
- BAIK, M. et al. Effects of castration on the adiposity and expression of lipid metabolism genes in various fat depots of Korean cattle. **Livestock Science**, v. 168, p. 168-176, 2014.
- BINDON, B. M. A review of genetic and non-genetic opportunities for manipulation of marbling. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, n. 7, p. 687-696, 2004.
- BLESSIN, C. W. Carotenoids of corn and sorghum. I. Analytical procedure. **Cereal Chemistry**, v.39, p.236-242, 1962.

- BONG, J. J. et al. Differential expression of genes associated with lipid metabolism in longissimus dorsi of Korean bulls and steers. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 284-293, 2012.
- CARVALHO, J. R. R. et al. Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 977-983, 2014.
- CROSS, H. et al. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. **Meat Science**, v.5, p.261–266, 1981.
- DETMANN. et al. Métodos para Análise de Alimentos. ed.1, p. 214. **Visconde do Rio Branco, Suprema**, 2012.
- DUNNE, P. G. et al. Changes in colour characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and M. longissimus dorsi of heifers fed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Meat Science**, v. 74, n. 2, p. 231-241, 2006.
- DUNNE, P. G. et al. Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. **Meat Science**, v. 81, n. 1, p. 28-45, 2009.
- ERTBJERG, P; PUOLANNE, E. Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review. **Meat Science**, v. 132, p. 139-152, 2017.
- FERGUSON, D. M.; GERRARD, D. E. Regulation of post-mortem glycolysis in ruminant muscle. **Animal Production Science**, v. 54, n. 4, p. 464-481, 2014.
- FRYLINCK, L. et al. Effect of South African beef production systems on post-mortem muscle energy status and meat quality. **Meat Science**, v. 93, n. 4, p. 827-837, 2013.

- HOLDSTOCK, J. et al. The impact of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the longissimus thoracis within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade. **Meat Science**, v. 98, n. 4, p. 842-849, 2014.
- HOCQUETTE, J. F. et al. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. **Animal**, v. 4, n. 02, p. 303-319, 2010.
- HUGHES, J. M. et al. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 520-532, 2014.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, p.852-867, 1997.
- IGARASI, M. S. et al. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 520-528, 2008.
- IMMONEN, K. et al. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. **Meat Science**, v. 55, n. 1, p. 25-31, 2000.
- KAZAMA, R. et al. 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.
- LAGE, J. F. et al. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, v. 90, n. 3, p. 770-774, 2012.
- LAGE, J. F. et al. Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nelore bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1158-1164, 2014.

- LOWE, T. E. et al. The effect of nutritional supplements on growth rate, stress responsiveness, muscle glycogen and meat tenderness in pastoral lambs. **Meat Science**, v. 62, n. 4, p. 391-397, 2002.
- MAHMOOD, S. et al. Understanding the quality of typical and atypical dark cutting beef from heifers and steers. **Meat Science**, v. 133, p. 75-85, 2017.
- MOLONEY, A. P. et al. 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, n. 2, p. 355-364, 2008.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014.
- PASSINI, R. et al. Silagem de grãos úmidos de milho e de sorgo e níveis protéicos sobre desempenho e características da carcaça de novilhos superprecoces. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, p. 1133-1140, 2008.
- PETHICK, D. W.; ROWE, J. B. The effect of nutrition and exercise in carcass parameters and the level of glycogen in skeletal muscle of Merino sheep. **Crop and Pasture Science**, v. 47, n. 4, p. 525-537, 1996.
- RHOADES, R. D. et al. Effect of dietary energy source on in vitro substrate utilization and insulin sensitivity of muscle and adipose tissues of Angus and Wagyu steers. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 7, p. 1719-1726, 2007.
- ROSSI, L. G. et al. Impact of ground soybean and starch levels on the quality of meat from feedlot young Nellore bulls. **Meat Science**, v. 122, p. 1-6, 2016.
- ROWE, J. B. et al. Processing cereal grains for animal feeding. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 5, p. 721-736, 1999.

- RUBIANO, G. A.G et al. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoce das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 2490-2498, 2009.
- SAN VITO, E. et al. Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nelore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. **Meat Science**, v. 100, p. 17-23, 2015.
- SHACKELFORD, S.D. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.171-177, 1991.
- SMITH, S.B. et al. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **The Journal of Nutrition**, v. 114, n. 4, p. 792-800, 1984.
- SMITH, S. B. et al. Cellular regulation of bovine intramuscular adipose tissue development and composition. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 14_suppl, p. E72- E82, 2009.
- STARKEY, C. P. et al. Do sarcomere length, collagen content, pH, intramuscular fat and desmin degradation explain variation in the tenderness of three ovine muscles? **Meat Science**, v. 113, p. 51-58, 2016.
- TEIXEIRA, P. D. et al. Subspecies and diet affect the expression of genes involved in lipid metabolism and chemical composition of muscle in beef cattle. **Meat Science**, v. 133, p. 110-118, 2017.
- THOMPSON, J. M. The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. **Animal Production Science**, v. 44, n. 7, p. 645-652, 2004.

VAZ, F. N. et al. Nível de concentrado, variedade da silagem de sorgo e grupo genético sobre a qualidade da carcaça e da carne de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 239-248, 2005.

VALADARES FILHO, S. C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE. UFV, **Suprema Gráfica Ltda: Viçosa, Brazil**, 2010.

VOLPI-LAGRECA, G.; DUCKETT, S. K. Supplementation of glycerol or fructose via drinking water to grazing lambs on tissue glycogen level and lipogenesis. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 6, p. 2558-2575, 2017.