

DÉBORA EVELYN DE FREITAS ASSIS

**EFEITOS DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR E NÍVEIS DE PROTEÍNA DIETÉTICA
SOBRE A QUALIDADE DE CARNE DE BOVINOS MACHOS TERMINADOS EM
CONFINAMENTO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS- BRASIL
2018

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

T

A848e
2018

Assis, Débora Evelyn de Freitas, 1990-

Efeitos da restrição alimentar e níveis de proteína dietética sobre a qualidade de carne de bovinos machos terminados em confinamento / Débora Evelyn de Freitas Assis. – Viçosa, MG, 2018.

ix, 56 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Mario Luiz Chizzotti.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovinos - Nutrição. 2. Carne - Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.


CDD 22. ed. 636.2085

DÉBORA EVELYN DE FREITAS ASSIS

**EFEITOS DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR E NÍVEIS DE PROTEÍNA DIETÉTICA
SOBRE A QUALIDADE DE CARNE DE BOVINOS MACHOS TERMINADOS EM
CONFINAMENTO**

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

APROVADA: 27 de julho de 2018.




Luciana Navajas Rennó



Márcio de Souza Duarte



Rafael Mezzomo



Márcio Luiz Chizzotti
(Orientador)

**Aos meus pais, Ilidio e Eunice, com amor
dedico.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por nunca me abandonar, ser minha força e fortaleza no meio das adversidades e pela coragem que me deu para alcançar mais essa meta.

Agradeço aos meus pais. À minha mãe Eunice, mulher da minha vida, meu orgulho, por ter me ensinado a ser mulher forte, guerreira e sempre lutar por meus objetivos, Amor Maior! Ao meu pai Ilidio, que me transmitiu seus valores mais nobres, meu porto seguro, grande conselheiro, fiel escudeiro, que nunca desiste dos meus ideais. Meu exemplo de vida!

Aos meus irmãos, Gutierrez e Joubert, pelo apoio incondicional, carinho, paciência.

Agradeço aos professores Luciana Rennó, Márcio Duarte, Rafael Mezzomo por aceitarem participar da banca de defesa da minha dissertação e pela enorme contribuição para nosso trabalho. Agradeço ainda, ao professor Sebastião Campos Valadares Filho por disponibilizar animais para execução do trabalho. Em especial, agradeço ao professor Mário Luiz Chizzotti pela orientação ao longo da minha vida acadêmica, conhecimentos repassados e principalmente pela confiança depositada em mim.

Agradeço a todos os amigos de Laboratório de Ciência da Carne, pela transmissão diária de conhecimento e principalmente, pelo auxílio na execução do trabalho. Não poderia esquecer da “Velha Guarda do LCCE à agregada” por terem se tornado parte da minha família, por me aconselhar, apoiar e direcionar quando estava perdida nas minhas loucuras.

Agradeço aos amigos do Laboratório Animal, em especial as doutorandas Flávia Adriane e Ana Clara, pela parceria de sempre, sem vocês nosso trabalho não daria certo.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Zootecnia e a FAPEMIG, pelo financiamento e a oportunidade de exercer este projeto.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta me ajudou.

Minha sincera Gratidão!

SUMÁRIO

Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Introdução	1
Referências Bibliográficas	4
Capítulo 1. Efeito da restrição alimentar e subsequente alimentação <i>ad libitum</i> sobre a qualidade de carne de bovinos machos terminados em confinamento	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução	10
Objetivo	11
Material e Métodos	11
<i>Local, Animais e dietas</i>	11
<i>Abate e avaliação das carcaças</i>	13
<i>Coletas das amostras de Carne</i>	14
<i>Análises de Qualidade de Carne</i>	14
<i>Análises Estatísticas</i>	17
Resultados	17
Discussão	23
Conclusão	26
Referências Bibliográficas	27
Capítulo 2. Influência da oscilação dos níveis de proteína bruta sobre a qualidade de carne de bovinos terminados em confinamento.....	31
Resumo.....	32
Abstract.....	33
Introdução	34
Objetivo	35
Material e Métodos	35
<i>Local, Animais e dietas</i>	35
<i>Abate e avaliação das carcaças</i>	37

<i>Coletas e Análises de Qualidade de Carne</i>	38
<i>Análises Estatísticas</i>	42
Resultados	42
Discussão	47
Conclusão	50
Referências Bibliográficas	51
Considerações Finais	56

RESUMO

ASSIS, Débora Evelyn de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2018. **Efeitos da restrição alimentar e níveis de proteína dietética sobre a qualidade de carne de bovinos machos terminados em confinamento.** Orientador: Mario Luiz Chizzotti.

O presente trabalho consiste em dois manuscritos, referentes aos efeitos de manejos alimentares alternativos sobre a qualidade de carne de bovinos terminados em confinamento. Ambos foram realizados nas dependências da Universidade Federal de Viçosa. O primeiro estudo, teve como objetivo, avaliar o efeito da restrição alimentar e realimentação sobre a qualidade de carne de bovinos mestiços Holandês X Zebu. Para tal, foram utilizados vinte bovinos machos, castrados, com média inicial de $319 \pm 16,2$ Kg de PC e 19 ± 1 meses de idade. O experimento teve duração de 84 dias. Os animais foram aleatoriamente distribuídos em quatro tratamentos sendo eles, alimentação ad libitum por 84 dias (AL84); alimentação restrita a 85% da MS do consumo ad libitum durante 84 dias (R84); alimentação restrita a 85% da MS do consumo ad libitum por 28 dias e re-alimentação ad libitum por 56 dias (R28); alimentação restrita a 85% da MS do consumo ad libitum por 42 dias e re-alimentação ad libitum por 42 dias (R42). A dieta foi formulada para fornecer 12% de proteína bruta (% MS da dieta) considerando ganho médio diário de 1,2 kg. Ao final do período experimental, todos os animais foram abatidos e as carcaças foram resfriadas em câmara fria ajustada a 4°C por 24 horas. Posteriormente, foi retirada uma amostra do músculo Longissimus na região compreendida entre a 6ª e 9ª costelas da meia carcaça esquerda para análises das características qualitativas da carne, sendo essas avaliadas, aos 1 e 14 dias post-mortem. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado utilizando o PROC MIXED do SAS 9.0. Ao se analisar cor, características relacionadas a maciez, perdas por descongelamento e totais não houve diferença significativa entre os níveis de restrição alimentar assim como não houve diferença significativa entre os tempos de maturação ($P > 0,05$). Conclui-se que, durante a fase de terminação níveis de restrição até 85% não afetam a qualidade de carne bovina, podendo ser uma alternativa mais econômica e sustentável para fase de terminação. O segundo

estudo, teve como objetivo avaliar os efeitos da oscilação dos níveis de proteína bruta na dieta sobre os parâmetros de qualidade de carne de bovinos Nelore superprecoces. Foram utilizados 42 bovinos Nelore, machos não castrados, superprecoces, com peso corporal e idade média inicial de 260 kg e 7 meses, respectivamente. O experimento teve duração de 168 dias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis tratamentos, sendo eles: 10,5: Nível constante de 10,5% PB; 12,5: Nível constante de 12,5% PB; 14,5: Nível constante de 14,5% PB; 14,5/10,5: Níveis oscilantes de 14,5% PB e 10,5% PB a cada 48 horas; 14,5/12,5: Nível oscilante de 14,5% PB e 12,5% PB a cada 48 horas e 12,5/10,5: Nível oscilante de 12,5% PB e 10,5% PB a cada 48 horas. Ao final do período experimental, todos os animais foram abatidos e as carcaças, foram resfriadas à 4 °C por 24 horas. A coleta das amostras foi realizada na mesma região e da forma como foi realizado no primeiro experimento. No entanto, foram avaliadas aos 1 e 7 dias post-mortem. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado utilizando o PROC MIXED do SAS 9.0. Ao se analisar os parâmetros relacionados a cor e maciez da carne não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, contudo ao se avaliar os tempos de maturação propostos, houve diferença significativa ($P > 0,05$) para força de cisalhamento. Conclui-se que, durante a fase de terminação, níveis oscilantes de PB não afetam a qualidade da carcaça e da carne bovina. No entanto, a maturação por 7 dias, permite que animais submetidos aos tratamentos 14,5/12,5 e 12,5/10,5 apresentem carne mais macia que os demais.

ABSTRACT

ASSIS, Débora Evelyn de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2018. **Effects of dietary restriction and dietary protein levels on the quality of meat of finished male bovine animals in confinement.** Adviser: Mario Luiz Chizzotti.

The present work consists of two manuscripts, referring to the effects of alternative feeding management on the quality of beef cattle finished in confinement, both were carried out at the Universidade Federal de Viçosa. The first study aimed to evaluate the effect of length of feed restriction and realimentation on the meat quality of crossbred Holstein X Zebu cattle. Twenty steers averaging $319 \pm 16,2$ kg of BW and 19 ± 1 months of age were used. The experiment lasted 84 days. The animals were randomly distributed to four treatments, as following: ad libitum feeding for 84 days (AL84); feed restriction at 85% of DM of ad libitum consumption for 84 days (R84); feeding restricted to 85% of DM from ad libitum consumption for 28 days and realimentation ad libitum for 56 days (R28); feeding restricted to 85% of MS of ad libitum consumption for 42 days and realimentation ad libitum for 42 days (R42). The diet was formulated to provide 12% of crude protein (% MS) considering an average daily gain of 1.2 kg/d. At the end of the experimental period, all animals were slaughtered, and the carcasses were cooled in a cold room set at 4° C for 24 hours. Subsequently, a Longissimus muscle sample was removed from the section between the 6th and 9th ribs of the left half carcass for meat quality trait analysis, which were evaluated at 1 and 14 days postmortem. Data were analyzed in a completely randomized design using the PROC MIXED of SAS 9.0. When analyzing meat color, tenderness, thaw and total losses, there was no significant difference among the length of food restriction, as well as between aging times ($P > 0.05$). In conclusion, during the finishing phase, the feed-restriction length at level of 85% of ad libitum does not affect the meat quality, and this could be an economical and sustainable feed management at finishing phase. The objective of the second study was to evaluate the effect of diet crude protein level oscillation on meat quality traits of Nellore cattle. Forty-two Nellore bull calves were used, with initial body weight of 260 kg and 7 months old.

The experiment lasted 168 days. The animals were randomly distributed to six treatments, as following: 10.5: Constant level of 10.5% CP; 12.5: Constant level of 12.5% of CP; 14.5: Constant level of 14.5% of CP; 14.5/10.5: oscillating CP level (14.5% -10.5%); 14.5 / 12.5: oscillating CP level (14.5% -12.5%); 12.5-10.5: Oscillating CP level (12.5% -10.5%). At the end of the experimental period, all animals were slaughtered, and the carcasses were cooled to 4 °C for 24 hours. Longissimus muscle sample was removed from the section between the 6th and 9th ribs of the left carcass for meat quality trait analysis. Longissimus sample was divided into two and aged for 1 and 7 days postmortem. Data were analyzed in a completely randomized design using the PROC MIXED of SAS 9.0. When analyzing the parameters related to meat color and tenderness, there was no significant difference ($P > 0.05$) among dietary CP levels. The meat shear force was decreased ($P < 0.05$) by aging. In conclusion, throughout finishing phase, oscillating dietary CP levels does not affect the carcass and meat quality traits of Nellore young bulls. However, aging for 7 days allows animals submitted to treatments with crude protein oscillation for 48 hours, 14.5 / 12.5 and 12.5/10.5, to have meat that is tender than the others CP levels.

Introdução

A bovinocultura de corte representa atividade importante no agronegócio brasileiro, se consolidando tanto no mercado nacional quanto internacional, não só pelo grande potencial produtivo do rebanho, mas também pelos baixos preços atribuídos ao produto. O rebanho bovino brasileiro é de aproximadamente 220 milhões de cabeças, alocados em aproximadamente 35 milhões de hectares de terras disponíveis à agropecuária, o que corresponde a 20% da área total destinada para a atividade (Lobato et al., 2014). Segundo o IBGE, estima-se que, no último ano, cerca de 30 milhões de bovinos foram abatidos no Brasil, indicando um aumento de 62% na última década. Embora a produção de carne bovina e o rebanho venham aumentando, a área disponível para criação animal foi reduzida nos últimos anos (Martha et al., 2012), indicando a intensificação do sistema de produção, com grandes avanços nos conhecimentos relacionados à sanidade, genética, manejo mais principalmente nutrição (Branco et al., 2014).

A pecuária se desenvolveu predominantemente em sistemas extensivos de exploração devido ao tamanho continental do território brasileiro, aliados aos baixos preços da terra e clima favorável ao desenvolvimento das forrageiras tropicais, o que garante boa produtividade ao longo do ano. Ainda hoje, os sistemas de produção mais comumente utilizados são baseados em pastagens (Cerri et al., 2016). Todavia, devido a maior preocupação com conservação ambiental, impossibilidade de abertura de novas áreas para exploração associado a questões sociais, bem-estar animal e à crescente demanda por carne, o cenário produtivo vem se transformando e migrando para um sistema de produção mais eficiente e sustentável.

Como alternativa, a utilização do sistema intensivo de produção, ou seja, o confinamento de animais, vem sendo cada vez mais utilizado pelos pecuaristas, principalmente na fase de terminação. Segundo ANUALPEC (2015) o número de animais terminados em confinamentos no país passou de aproximadamente 2,5 milhões de cabeças em 2007 para aproximadamente 4,5 milhões de cabeças em 2014, representando incremento de 80% no número de animais abatidos oriundos desse sistema de produção.

A utilização do confinamento apresenta diversas vantagens quando comparados com o sistema baseado em pastagens, dentre elas podemos destacar a facilidade de se contornar a estacionalidade da produção forrageira, aumentar a produtividade por área, aumentar a rotatividade do ciclo produtivo, redução da idade ao abate, melhorar o rendimento de carcaça e produzir carne de melhor qualidade (Luchiari Filho, 2000). No entanto, também apresenta desvantagens, tais como, a maior necessidade de controle do sistema produtivo e ainda o aumento dos custos operacionais com alimentação. Valadares filho et al. (2010), afirmam que os custos podem variar de 70 a 90%, dependendo do nível de tecnificação da produção e da fase de criação considerada. Visando esse tipo de inconveniente, o desenvolvimento e adoção de práticas mais eficientes em relação ao manejo alimentar, se torna cada vez mais necessário, já que estas promoveram redução dos custos operacionais sem prejudicar o desempenho animal, além de ter potencial de minimizar o impacto ambiental e social no sistema produtivo como um todo.

A alimentação na fase de terminação dentro do confinamento ocorre via cocho, oferecendo alimento à vontade ao longo de toda a fase, o que garante um consumo de acordo com o próprio apetite (*ad libitum*), sendo esse modelo o mais comum nos confinamentos a nível mundial; o qual permite a maximização da ingestão de nutrientes. A nutrição envolve várias reações químicas e fisiológicas que transformam os nutrientes e entidades nutricionais dos alimentos em elementos corporais (Ítavo et al., 2014), promovendo o crescimento animal.

O crescimento animal pode ser definido como o aumento da massa corporal animal, proveniente da proliferação e crescimento de células, que formam os tecidos corporais (Ítavo et al., 2014). Segundo Van Soest(1994), a variabilidade na eficiência de crescimento e ganho de peso envolve a composição dos tecidos depositados. O corpo dos bovinos é composto por proteína, gordura, água e minerais (Robelin e Geay, 1984), variáveis durante o crescimento animal, de acordo com ao aumento do peso e composição corporal, apresentando padrão sigmoide. Com o avançar da idade, ocorre redução dos teores de proteína depositados aumentando a proporção de gordura. Minson(1990), reporta que nos

estágios finais da engorda de bovinos, 86% da energia que contribui para o aumento de peso é depositada como gordura e apenas 14% depositada na forma de proteína. Assim, com o aumento da idade o animal vai se tornando menos eficiente pois, há aumento do consumo de alimento, porém, o ganho de peso diário aumenta em taxas cada vez menores, pois a deposição do tecido muscular diminui e de gordura aumenta. Nesse sentido, a decisão correta do ponto de abate pode minimizar prejuízos econômicos com alimentação, à medida que os animais vão se tornando menos eficientes. Além de fornecer ao consumidor produtos mais atrativos na hora da compra.

O perfil de consumo alimentar populacional está mudando nas últimas décadas, isso está atribuído não somente ao aumento populacional mundial, mas principalmente ao aumento do poder aquisitivo das famílias. Pinazza e Araújo (1993) afirmam que o aumento da renda familiar faz com que a participação de cereais nas dietas diminua e o consumo de produtos com maior teor protéico aumente. Em associação a isso, o aumento do nível de informações a qual a população está submetida diariamente, também molda o perfil de consumo, sendo assim, os consumidores passam a buscar produtos com maior segurança alimentar, de melhor qualidade nutricional sem deixar a estética e as características organolépticas desejadas de lado, que respeitem questões socioambientais e de bem-estar animal. Mediante ao exposto, a bovinocultura de corte atual, tem como desafio atender aos anseios do consumidor, sem afetar a produtividade e a lucratividade do sistema, produzindo carne de qualidade.

Ao se levar em consideração os aspectos de qualidade de carne, Ladeira et al. (2014), reportam como fundamentais três fatores, sendo eles, fatores sanitários, as características organolépticas e a composição química da carne. Os fatores sanitários, referem-se a carga mínima de patógenos e contaminantes exigidos por lei para carnes e embutidos. O segundo fator, engloba os atributos sensoriais da carne, tais como cor, brilho, maciez, sabor, suculência e odor. E a composição química, terceiro fator, relaciona-se tanto com os teores de músculo e gordura quanto com parâmetros nutricionais, tais como porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais, quantidade e perfil de ácidos graxos da gordura. Os fatores

citados acima, podem ser influenciados por diversas variáveis dentro do sistema produtivo, podendo esses ser intrínsecos ou extrínsecos aos animais. Todavia, os efeitos da nutrição animal, são os mais pronunciados sobre as características organolépticas e a composição química da carne. Diante disso, a escolha do manejo alimentar, pode afetar a nutrição animal influenciando a qualidade de carne e conseqüentemente, a aceitabilidade pelos consumidores.

Diversos estudos apontam a utilização de manejos alimentares baseados em restrição alimentar e realimentação *ad libitum* (Hironaka&Kozub 1973; Galyean, 1999; Keogh et al., 2015) e dietas com oscilação de proteína bruta (Cole et al., 2003; Collins e Pritchard, 1992; Archibeque et al., 2007) durante a fase de terminação como alternativas para substituição do manejo alimentar tradicional utilizado pelos confinamentos. Resultados positivos vem sendo encontrados no que se refere a eficiência alimentar, digestibilidade, produção de dejetos, desempenho animal, qualidade de carcaça, parâmetros ambientais e econômicos. No entanto, estudos referentes a qualidade de carne ainda são escassos. Assim, o objetivo nesse estudo é avaliar o efeito de manejos alimentares alternativos a manejo alimentar tradicional utilizado em confinamentos comerciais, sobre a qualidade de carne bovina.

Referências Bibliográficas

ANUALPEC 2015. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2015, 298p.

ARCHIBEQUE, S.L., FREETLY, H.C., COLE, N.A., FERRELL, C.L. 2007. The influence of oscillating dietary protein concentrations on finishing cattle. II. Nutrient retention and ammonia emissions. J. Anim. Sci. 85:1496–1503. doi:10.2527/jas.2006-208.

BRANCO, A. F.; OSMARI, M. P. Desafios e tecnologias na alimentação de gado de corte. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M. A. A. F. Bovinocultura de Corte: Desafios e Tecnologias. Salvador: EDUFBA, 2014. p. 271-287.

- CERRI, C.C.; MOREIRA, C.S.; ALVES, P. A.; RAUCCI, G.S., CASTIGIONI, B.A.; MELLO, F. F., CERRI, D.G.P; CERRI, C. E. P. et al. Assessing the carbon footprint of beef cattle in Brazil: a case study with 22 farms in the State of Mato Grosso. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 2593-2600, 2016.
- COLE, N.A., GREENE, L.W., MCCOLLUM, F.T., MONTGOMERY, T., MCBRIDE, K., 2003. Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid base balance, and nitrogen excretion of steers. *J. Anim. Sci.* 81, 2660–2668. doi: 2003.81112660x.
- COLLINS, R.M., PRITCHARD, R.H. 1992. Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants. *J. Anim. Sci.* 70:3899-3908.
- GALYEAN, M. L. Review: restricted and programmed feeding of beef cattle—definitions, application, and research results. *The Professional Animal Scientist*, v. 15, P. 1-6, 1999.
- HIRONAKA, R.; KOZUB, G. C. Compensatory growth of beef cattle restricted at two energy levels for two periods. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 53, p. 709-715, 1973.
- ÍTAVO, L.C.V; DIAS, A. M; ÍTAVO, C. C. B. F; SILVA, F. F; NOGUEIRA, E. Produção de carne bovina em confinamento. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M. A. A. F. *Bovinocultura de Corte: Desafios e Tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2014. p. 289-326.
- KEOGH, K.; WATERS, S. M.; KELLY, A. K.; KENNY, D. A. Feed restriction and subsequent realimentation in Holstein Friesian bulls: I. Effect on animal performance; muscle, fat, and linear body measurements; and slaughter characteristics. *Journal of Animal Science*, v. 93, p. 3578-3589, 2015.
- LADEIRA, M. M.; SCHOONMAKER, J.; CHIZZOTTI, M. L.; OLIVEIRA. R. L. Desafios nutricionais para a melhoria da qualidade de carne bovina. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M. A. A. F. *Bovinocultura de Corte: Desafios e Tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2014. p. 235 -269.

- LOBATO, J.F.P., FREITAS, A. K., DEVINCENZI, T., CARDOSO, L.L., TAROUCO, J.U., VIEIRA, R.M., DILLENBURG, D.R., CASTRO, I. Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. *Meat Sci.* 98, 2014, 336–345.
- LUCHIARI FILHO, A. A pecuária da carne bovina. LinBife, São Paulo, SP, 2000.
- MARTHA, G.B., ALVES, E., CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. *Agric. Syst.* 110, 2012, 173–177.
- MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.
- PINAZZA, L.A.; ARAÚJO, N.B. Agricultura na virada do século XX: visão agribusiness. São Paulo: Globo S.A., 1993. 166 p.
- ROBELIN, J; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In GILCHRIST, F. M.C; MACKIE, R.I. (Ed.). *Herbivore nutrition in the subtropics and tropics*. Johannesburg: Science Press, 1984. P. 525-548.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L; PAULINO, P.V.R. Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle – BR-CORTE, second edition, Viçosa/UFV, Suprema Gráfica Ltda., 2010, p. 193. Disponível em: <http://www.brcorte.com.br/br>.
- VAN SOEST, P. Nutritional ecology of the ruminant. 2. Ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

Capítulo 1. Efeito da restrição alimentar e subsequente alimentação *ad libitum* sobre a qualidade de carne de bovinos machos terminados em confinamento

Débora E.F. Assis ^{a,*}, et al...

^a Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

* Endereço para correspondência: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 36570-000, MG, Brasil. E-mail: debora.assis@ufv.br

Resumo

O confinamento de bovinos de corte é uma atividade crescente, no entanto, uma grande limitação é o custo da alimentação oferecida, na maioria dos casos, *ad libitum*. Uma alternativa seria fornecer alimentação restrita durante a terminação. Contudo, trabalhos reportando sobre restrição na fase final da produção são escassos, assim como seus efeitos sobre a carne. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos da restrição alimentar sobre a qualidade de carne de bovinos Holandês × Zebu, em diferentes tempos de maturação. Foram utilizados vinte bovinos machos Holandês × Zebu castrados, com peso corporal e idade média inicial de $319 \pm 16,2$ kg e 19 ± 1 meses, respectivamente. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos, sendo eles: alimentação *ad libitum* por 84 dias (AL84); alimentação restrita a 85% da MS do consumo *ad libitum* durante 84 dias (R84); alimentação restrita a 85% da MS do consumo *ad libitum* por 28 dias e re-alimentação *ad libitum* por 56 dias (R28); alimentação restrita a 85% da MS do consumo *ad libitum* por 42 dias e re-alimentação *ad libitum* por 42 dias (R42). A dieta foi calculada para fornecer 12% de proteína bruta (% MS da dieta) e ganho médio diário de 1,2 kg, considerando consumo *ad libitum*. Ao final do período experimental, todos os animais foram abatidos e as carcaças, foram resfriadas em câmara fria ajustada a 4°C por 24 horas. Posteriormente, foi retirada amostra do músculo *Longissimus* na região compreendida entre a 6ª e 9ª costelas da meia carcaça esquerda para análises das características qualitativas da carne. A amostra foi fracionada em duas porções iguais, devidamente identificadas e embaladas à vácuo, sendo uma imediatamente congelada a -18°C (1 dia *post-mortem*), e a outra foi maturada a 4°C por 14 dias (15 dias *post-mortem*). Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS 9.0. Ao se analisar cor, características relacionadas a maciez, perdas por descongelamento e totais não houve diferença significativa entre os níveis de restrição alimentar assim como não houve diferença significativa entre os tempos de maturação propostos ($P > 0,05$). Conclui-se que, a redução moderada de curta duração na quantidade de alimento fornecido a bovinos castrados na fase de

terminação em confinamento pode ser uma alternativa para reduzir os custos de produção, sem relevante impacto sobre as características da carne.

Abstract

The feedlot of beef cattle is a growing activity, however, a major limitation is the cost of feeding offered, in most cases, ad libitum. An alternative would be to provide restricted feed during finishing, however, work reporting on restriction at the final stage of production is scarce as well as its effects on meat. Therefore, the objective of this work is to evaluate the effects of the feed restriction on the quality of meat of Holstein × Zebu cattle at different maturation times. The experiment was conducted at the Federal University of Viçosa. Twenty Holstein X Zebu male castrated cattle with body weight and initial mean age of $319 \pm 16,2$ kg and 19 ± 1 months, respectively, were used. The experiment lasted 84 days. The animals were randomly assigned to four treatments: ad libitum feeding for 84 days (AL84); feed restriction at 85% of DM of ad libitum consumption for 84 days (R84); feeding restricted to 85% of DM from ad libitum consumption for 28 days and re-feeding ad libitum for 56 days (R28); feeding restricted to 85% of MS of ad libitum consumption for 42 days and re-feeding ad libitum for 42 days (R42). The diet was calculated to provide 12% crude protein (% dietary DM) and daily mean gain of 1.2 kg. At the end of the experimental period, all animals were slaughtered and the carcasses were cooled in a cold room set at 4°C for 24 hours. Subsequently, a sample of the Longissimus muscle was removed in the region between the 6th and 9th ribs of the left half carcass to analyze the qualitative characteristics of the meat. The sample was fractionated into two equal portions, duly identified and packed in a vacuum, one of which was immediately frozen at -18 ° C (1 post-mortem day), and the other was matured at 4 ° C for 14 days (15 days postmortem). Data were analyzed in a completely randomized design using the PROC MIXED procedure of SAS 9.0. When analyzing color, characteristics related to softness, thawing losses and totals, there was no significant difference between the levels of food restriction and there was no significant difference between the proposed maturation times ($P > 0.05$). It is concluded that, during the termination phase, 85% restriction levels do

not affect the quality of beef and it is still a more economical and sustainable alternative for finishing phase.

Introdução

O crescimento animal pode ser definido como o aumento da massa corporal animal, proveniente da proliferação e crescimento de células, que formam os tecidos corporais (Ítavo et al., 2014). Apresenta relação direta com a quantidade de tecido corporal depositada pelo animal in vivo e qualidade de carcaça e carne no post mortem.

Dentre os diversos fatores que afetam a eficiência de crescimento animal, podemos citar genética, classe sexual, níveis hormonais, idade, entre outros. No entanto, o nível nutricional é o principal influenciador do crescimento animal, isso porque o estresse nutricional, acarreta a possíveis limitações quantitativa ou qualitativa de nutrientes fornecidos pelos alimentos aos animais, o que impede a máxima expressão do potencial de crescimento.

No Brasil, o sistema de criação intensivo é o mais utilizado na bovinocultura de corte, assim boa parte dos bovinos de corte passam a fase de cria e recria em pastagens e a fase de terminação em confinamento. Dessa forma, devido a estacionalidade da produção forrageira em climas tropicais, os animais acabam passando por algum nível de restrição alimentar em algum estágio da vida e ao serem confinados há o restabelecimento dos níveis nutricionais adequados promovendo o crescimento mais eficiente, denominado ganho compensatório. No entanto, as carcaças apresentam grande heterogeneidade o que pode afetar a qualidade do produto final.

O ganho compensatório pode promover o crescimento completo, parcial ou não apresentar compensação, variável de acordo com a idade do animal ao início da restrição, natureza, duração e nível de restrição e genética do animal. Segundo, Silva et al., 2016, promove a maior taxa de ganho, eficiência de conversão alimentar superior, mudanças na composição do ganho, redução do tamanho dos órgãos e vísceras culminando no crescimento animal mais acelerado.

Dessa maneira, a restrição alimentar e realimentação *ad libitum* durante a fase de terminação de bovinos em confinamento pode promover a redução do consumo alimentar total durante o confinamento e pode interferir no turnover proteico muscular, diminuindo a síntese de proteínas sem, contudo, afetar a degradação, durante a restrição moderada. Assim, durante a realimentação a síntese proteica pode ser estimulada, influenciando a degradação e o turnover proteico no músculo, o que promoveria ganhos na qualidade de carne bovina.

Objetivo

Avaliar o efeito da restrição alimentar e realimentação *ad libitum* sobre a qualidade de carne de bovinos machos castrados durante a fase de terminação em confinamento.

Material e Métodos

Os procedimentos de manejo dos animais durante o experimento seguiram os protocolos aprovados pelas normas da Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa. Registrado sob o protocolo número 12/2016.

Local, Animais e dietas

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. O confinamento é composto de baias individuais com piso concretado e área de 4,5 m², providas de comedouros e bebedouros de concreto.

Utilizaram-se vinte bovinos machos Holandês x Zebu castrados, com peso corporal e idade média inicial de 319 ± 16,2 e 19 ± 1 meses, respectivamente, advindos de propriedades locais.

Imediatamente após a chegada, os animais foram identificados, tratados contra endo e ectoparasitas e distribuídos aleatoriamente nas baias, onde permaneceram 112 dias, sendo 28 dias para a adaptação do manejo e dieta; e os 84 dias restantes de período experimental. Durante o período de adaptação, os animais receberam uma dieta similar àquela usada durante o período experimental, contudo a relação volumoso: concentrado inicial foi de 70:30, sendo

diminuída gradualmente, em intervalos de 10%, a cada 7 dias até alcançar relação 40:60. A silagem de milho foi utilizada como volumoso e o concentrado foi elaborada a base de milho grão moído e farelo de Trigo (Tabela 1). A dieta foi calculada de acordo com as recomendações do BR CORTE (2010) para fornecer 12% de proteína bruta (% MS total da dieta) e um ganho de peso de 1,2 kg/dia. (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição da dieta experimental.

Item	%MS
Silagem de milho	40,0
Milho fubá	33,0
Trigo farelo	16,0
Soja farelo	7,0
Ureia/S.A. (9:1)	1,0
Bicarbonato de sódio + óxido de magnésio (3:1)	1,0
Sal comum	1,0
Mistura mineral	1,0
Total	100

Diariamente, para manter a porcentagem de volumoso: concentrado, a avaliação do teor de MS da silagem de milho foi realizada em duplicada, utilizando um forno microondas convencional, de acordo com as recomendações do National Forage Testing Association (1993). A dieta completa foi fornecida uma vez ao dia (08:00 horas) e os animais tiveram livre acesso à água limpa durante todo o experimento.

Ao início do período experimental, os animais foram submetidos ao jejum de sólidos por 14 horas e pesados posteriormente. Simultâneo a isso, aleatoriamente foram distribuídos em quatro grupos de cinco animais cada, os quais foram designados a um dos seguintes tratamentos: alimentação *ad libitum* por 84 dias (AL84); alimentação restrita a 85% do consumo *ad libitum* de matéria seca (MS) durante 84 dias (R84); alimentação restrita a 85% do consumo *ad libitum* de MS

por 28 dias e alimentação *ad libitum* por 56 dias (R28); alimentação restrita a 85% do consumo *ad libitum* de MS por 42 dias e alimentação *ad libitum* por 42 dias (R42).

A dieta do tratamento AL84 foi ajustada diariamente para manter as sobras em torno de 2% do total fornecido com base na matéria natural. O consumo dos animais submetidos à alimentação restrita (tratamentos R28, R42 e R84) foi ajustado diariamente baseado na média do consumo alimentar, kg MS, dos animais do tratamento AL84 observado nos três dias anteriores.

Abate e avaliação das carcaças

Ao final do período experimental, com intuito de se evitar possíveis influências do dia de abate sobre os parâmetros avaliados foram realizados abates escalonados durante três dias, sendo abatidos em todos os dias animais de todos tratamentos avaliados (AL84, R28, R42 e R84), os quais foram escolhidos aleatoriamente.

O abate foi conduzido de maneira humanitária, onde os animais foram insensibilizados através de injúria cerebral promovida pela marreta pneumática com dardo cativo penetrativo, logo em seguida os animais foram sangrados via veia jugular, conforme Instrução Normativa N° 3 de 13/01/2000 (Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue) (Brasil, 2000). Obteve-se o peso de carcaça quente (que foi dividida em duas meias carcaças), para que somado com o peso dos componentes não carcaça obter-se o peso de corpo vazio dos animais. O peso vivo em jejum ao final do confinamento para os tratamentos AL84, R28, R42 e R84 foi de 465,2; 452,5; 442,9; 432,4 Kg, respectivamente, que correspondeu a 391,2; 399,8; 382,6 e 371,6 Kg de peso de corpo vazio para os tratamentos na mesma ordem.

O rendimento de carcaça quente foi obtido dividindo-se o peso de carcaça quente pelo peso vivo em jejum no momento do abate.

As meia-carcaças foram refrigeradas por 24 horas em câmara fria ajustada para 4°C, decorrido este tempo as meia-carcaças foram novamente pesadas, obtendo-se o peso de carcaça fria. A perda por resfriamento foi calculada como sendo a diferença de peso da carcaça quente e fria, dividida pelo peso de carcaça quente, o valor foi então multiplicado por 100 para ser expresso em percentagem.

Durante o período de resfriamento da carcaça, foram tomados o pH e a temperatura inicial e final no músculo *Longissimus dorsi* à altura da 13^a costela na meia carcaça esquerda; assim como a medida de comprimento, sendo considerada a distância entre a porção anterior medial da primeira costela e a borda anterior do osso púbis.

Para estimar da área de olho de lombo (AOL) foi realizado um corte transversal na carcaça esquerda na altura compreendida entre a 12^o e 13^o costelas, expondo a superfície do músculo *Longissimus dorsi*, sobre o qual foi colocado um papel milimetrado remarcando o perímetro do músculo para posteriormente determinar a área em cm²; para tal, utilizou-se o software ImageJ[®] (ImageJ 1.48g, Bethesda, Maryland, USA). Utilizando o mesmo corte, também foi determinada a espessura de gordura subcutânea (EGS) que foi mensurada com o auxílio de um paquímetro, sendo esta medida realizada à três quartos da altura do músculo *Longissimus dorsi*, sempre em perpendicular à face externa do músculo.

Coletas das amostras de Carne

Após às 24 horas de resfriamento das carcaças, foi obtida uma amostra do músculo *Longissimus* na região compreendida entre a 6^a e 9^a costela da meia carcaça esquerda para análises das características qualitativas. Esta amostra foi fracionada em duas porções devidamente identificadas e embaladas à vácuo, sendo uma imediatamente congelada (1d *post-mortem*), e a outra maturada, seguindo a metodologia proposta por Kubota et al. (1993), à 4°C durante 14 dias (14d *post-mortem*). Após atingir o tempo de maturação desejado, a amostra foi congelada, para posteriormente realizar as avaliações de qualidade de carne.

Análises de Qualidade de Carne

A partir das amostras do músculo *Longissimus dorsi* congeladas, foram obtidos três bifês de uma polegada (2,54cm) de espessura, sendo um destinado a análise objetiva da cor, outro para as estimativas das perdas por descongelamento, cocção e totais e força de cisalhamento (FC) e, o terceiro bife foi utilizado para obtenção do índice de fragmentação miofibrilar (IFM). 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 bifes, foram descongelados por 16 horas à 4°C. Após serem descongelados, os bifes foram retirados das embalagens a vácuo e ficaram 30 minutos em exposição ao ar à temperatura ambiente, com o objetivo de possibilitar a reoxigenação da mioglobina muscular. Com auxílio de colorímetro (HunterLab MiniScan EZ 45/0 LAV) ajustado à fonte iluminante D65, foram realizadas as leituras para as faixas de L^* , a^* e b^* conforme a escala CIELab na superfície do bife (MacDougal, 1994). Foram realizadas cinco leituras de cada bife em pontos diferentes da superfície, e posteriormente foi calculada a média para cada amostra.

As análises de perdas de exsudatos e força de cisalhamento (Warner-Bratzler shear force) foram realizadas seguindo o protocolo proposto por Bruce, Stark, & Beilken (2004). Para as análises de perdas de exsudatos da carne foram utilizados bifes 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 bifes antes e após o descongelamento por 16 horas a 4°C. Para a perda por cocção, os bifes foram assados em banho maria, ajustado para 71°C por 40 minutos, decorrido esse tempo, foram retirados do banho maria e colocados em banho de gelo por 1 minuto para cessar a cocção das amostras. Ao final da cocção foi pesado novamente o bife, sendo as perdas totais estimadas pela diferença de peso entre as amostras congeladas e após o cozimento. As perdas foram expressas em percentagem, segundo a fórmula a seguir:

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

A força de cisalhamento foi mensurada no mesmo bife utilizado para a estimativas das perdas, onde após assados, os bifes foram refrigerados por 16 horas à 4°C. Após este período cinco amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro, foram removidas de cada bife utilizando-se um amostrador de aço inox devidamente afiado, de forma paralela à orientação das fibras musculares. 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/minutos, acoplada ao texturômetro TA.XT2i Texture Analyser. Foram registradas as forças máximas para cisalhar as amostras cilíndricas, sendo a média de cinco repetições o valor de força de cisalhamento atribuído à cada amostra.

O índice de fragmentação miofibrilar das amostras foi estimado de acordo com a metodologia proposta por Culler et al. (1978) com modificações propostas por Hopkins et al. (2004), conforme descrito a seguir. Foram utilizadas em duplicata 0,5 g de amostra de carne cru, no sentido da orientação das fibras musculares, evitando tecido conectivo e gorduroso. As alíquotas foram homogeneizadas em tubo Falcon com 30 ml de solução tampão de IFM à 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato potássio pH 7,0, 1 mM MgCl₂ e 1 mM NaN₃, pH 7,0), por duas vezes de 30 segundos de duração cada. A homogeneização foi realizada utilizando Ultra-Turrax (Ultra-80 II, Homomix) com haste de dispersão de 10mm de diâmetro, moldada em aço inoxidável e em uma rotação de 19.000 rpm. Durante as homogeneizações as amostras foram mantidas em banho de gelo. Após homogeneizadas as alíquotas, o homogeneizado foi filtrado em um tubo de centrifuga de 50 ml utilizando uma peneira com porosidade de 1 mm², utilizando mais 10 ml de solução tampão 0 para melhor recuperação das miofibrilas e ajudar na filtração. Logo, o material homogeneizado e filtrado foi centrifugado à 1.000g, 2°C por 10 minutos. Após a centrifugação foi descartado o sobrenadante e o pellet foi ressuspenso em 10 ml de solução tampão. O processo de centrifugação foi realizado mais duas vezes refazendo o mesmo processo (totalizando 3 centrifugações). Posteriormente, calculou-se a quantificação de proteína totais pelo método do macro biureto (Gornall et al., 1949), sendo cada amostra diluída para obter uma concentração de 0,5 mg/mL de proteína. Finalmente, em duplicata as amostras foram submetidas à leitura de absorvância em espectrofotômetro ajustado para o comprimento de onda 540nm, determinando o índice de fragmentação miofibrilar obtido como sendo a média das leituras de absorvância multiplicado por 150 conforme estabelecido por Hopkins et al. (2004).

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, foram retirados seis filamentos de carne de cada amostra, colocados separadamente em uma lâmina de vidro e acrescentado uma 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 colocadas em um suporte suspenso, onde o laser (632,8 nm) foi incidido sobre os filamentos. As bandas de difração foram desenhadas num papel branco, embaixo do suporte, obtendo-se seis bandas de difração para cada amostra, sendo o valor médio utilizado para obter o comprimento de sarcômero segundo a equação abaixo.

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

Onde: D= a distância em mm, entre o suporte de fixação das lâminas e o local de coleta das bandas difusas do laser (utilizou-se 120 mm) e T= distância em mm, entre as bandas extremas dividida por 2.

Análises Estatísticas

Os dados foram analisados segundo delineamento inteiramente casualizado utilizando o PROC MIXED do SAS 9.4 (Statistical Analysis System Institute, Inc.). Quando detectada diferença pela ANOVA (P < 0.05) as médias dos tratamentos foram contrastadas pelo teste Tukey. Para todas as comparações e testes, foi adotado 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados

Ao compararmos o efeito dos tratamentos AL84, R28, R42 e R84 sobre as características de carcaça (Tabela 2) não foram encontradas diferenças significativas (P > 0,05) entre os tratamentos para nenhum dos parâmetros estudados.

Ao avaliarmos o pH e a temperatura iniciais e finais da carcaça, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3).

Ao verificarmos os parâmetros, força de cisalhamento (FC), comprimento de sarcômero (CS), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), nenhum deles foram afetados (P > 0,05) pelos tratamentos (Tabela 4).

Avaliando o efeito dos tratamentos sobre os parâmetros relacionados a coloração da carne, luminosidade (L), intensidade de vermelho (a^*) e amarelo (b^*), também não foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) (Tabela 4).

Avaliando as perdas por descongelamento (PD), perdas por cocção (PC) e perdas totais (PT) (Tabela 4) não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos.

Avaliando o efeito dos tratamentos sobre a composição centesimal da carne com base na matéria natural, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela 6).

Ao avaliarmos o efeito do período de restrição alimentar sobre os parâmetros de qualidade da carne, maturada por 14 dias, não foi encontrada diferença significativa para nenhum dos parâmetros avaliados (Tabela 5).

Tabela 2: Efeito do período de restrição alimentar de bovinos sobre as características de carcaça.

Item ¹	Tratamentos				EPM ²	P -valor
	AL84	R28	R42	R84		
GCQ, Kg/dia	0,774	0,786	0,716	0,664	0,336	0,109
PCQ, Kg	238,026	240,105	233,345	228,792	3,787	0,190
PCF, Kg	232,903	235,688	229,243	224,243	3,807	0,197
QB, %	2,136	1,852	1,774	2,020	0,152	0,362
RCQ, %	51,520	53,140	52,620	53,120	1,046	0,670
CC, cm	130,81	131,383	128,796	130,601	1,471	0,647
EGS, mm	2,250	2,168	1,998	1,824	0,541	0,945
AOL, cm ²	65,652	67,074	71,456	63,308	3,201	0,360

¹PCQ: Peso de carcaça quente; PCF: Peso de carcaça fria; QB: Quebra de peso; GCQ: Ganho de carcaça quente; RCQ: Rendimento de carcaça quente; CC: Comprimento de carcaça; EGS: Espessura de gordura subcutânea; AOL: Área de olho de lombo.

²Erro Padrão da média

Tabela 3: Efeito do período de restrição alimentar de bovinos sobre o pH e temperatura da carcaça.

Item ¹	Tratamentos				EPM ²	P-valor
	AL84	R28	R42	R84		
T°Ci, °C	26,780	27,520	30,680	27,980	2,458	0,701
T°Cf, °C	5,800	5,320	5,960	5,100	0,995	0,919
pHi	6,670	6,620	6,714	6,708	0,109	0,924
pHf	5,635	5,706	5,655	5,664	0,050	0,798

¹T°Ci: Temperatura inicial, mensurada ao abate; T°Cf: Temperatura final, mensurada após 24 horas de resfriamento.

²Erro Padrão da média

Tabela 4: Efeito do período de restrição alimentar de bovinos sobre os parâmetros de qualidade de carne sem maturação.

Item ¹	Tratamentos				EPM ²	P-valor
	AL84	R28	R42	R84		
CS, mm	1,848	1,728	1,846	1,756	0,721	0,507
FC, KgF	6,512	6,330	6,692	7,377	0,698	0,729
PD, %	6,960	5,132	7,568	8,324	0,944	0,123
PC, %	18,804	19,695	18,994	17,642	1,337	0,709
PT, %	25,764	24,827	26,562	25,966	1,061	0,881
IFM	33,153	47,776	29,270	41,970	7,359	0,185
Cor a*	15,010	13,706	14,290	15,032	0,469	0,121
Cor b*	13,050	11,900	12,820	12,194	0,562	0,380
Cor L*	40,084	38,998	40,100	36,902	1,383	0,275

¹CS: Comprimento de sarcômero; FC: Força de cisalhamento; PD: Perdas por descongelamento; PC: Perdas por cocção; PT: Perdas Totais; IFM: Índice de fragmentação miofibrilar; Cor a*: Coloração variando do comprimento de onda entre vermelho e verde; Cor b*: Coloração variando do comprimento de onda entre amarelo e azul; Cor L*: Luminosidade.

²Erro Padrão da média

Tabela 5: Efeito do período de restrição alimentar de bovinos sobre os parâmetros de qualidade da carne, maturada por 14 dias.

Item ¹	Tratamentos				EPM ²	P-valor
	AL84	R28	R42	R84		
CS, mm	1,772	1,838	1,728	1,734	0,056	0,507
FC, KgF	4,874	4,588	4,338	4,616	0,454	0,872
PD, %	6,688	6,684	5,798	6,772	1,072	0,905
PC, %	20,930	17,146	18,260	17,294	1,598	0,341
PT, %	27,618	23,830	24,058	24,066	1,183	0,151
IFM	47,670	57,120	55,480	73,074	7,828	0,178
Cor a*	15,566	15,538	15,072	15,786	0,931	0,956
Cor b*	14,602	14,876	14,044	14,082	0,591	0,706
Cor L*	43,612	43,180	42,284	41,270	0,931	0,328

¹CS: Comprimento de sarcômero; FC: Força de cisalhamento; PD: Perdas por descongelamento; PC: Perdas por cocção; PT: Perdas Totais; IFM: Índice de fragmentação miofibrilar; Cor a*: Coloração variando do comprimento de onda entre vermelho e verde; Cor b*: Coloração variando do comprimento de onda entre amarelo e azul; Cor L*: Luminosidade.

²Erro Padrão da média

Tabela 6: Efeito do período de restrição alimentar de bovinos sobre a composição centesimal da carne.

Item ¹	Tratamentos				EPM ²	P-valor
	AL84	R28	R42	R84		
Umidade, %	76,821	76,152	76,365	76,577	0,306	0,475
CZ,%	0,795	0,802	0,839	0,796	0,030	0,715
PB,%	18,646	18,080	18,214	18,579	0,583	0,879
EE,%	2,090	2,394	2,091	2,062	0,270	0,798

¹CZ: Cinzas ou Material mineral; PB: Proteína Bruta; EE: Extrato Etéreo.

²Erro Padrão da média

Discussão

A carcaça bovina é entendida como o somatório de músculo, gordura e ossos do corpo animal, os tecidos de interesse para a indústria frigorífica. Ao compararmos o efeito dos tratamentos AL84, R28, R42 e R84 sobre as características de carcaça a não diferença entre os tratamentos pode ser atribuído ao ganho compensatório ao longo do período experimental.

O ganho de carcaça quente (GCQ) representa o incremento dos tecidos muscular, adiposo e osséo ao longo do experimento, não se verificou diferença significativa para esse parâmetro entre os tratamentos, demonstrando que alimentação restrita a 85% do consumo *ad libitum* de MS seguidos ou não de realimentação apresentam porcentagem de ganhos semelhantes.

O peso de carcaça quente (PCQ) é o peso obtido mediante a pesagem da carcaça quente. Ao passo que, o peso mensurado decorrido o tempo de resfriamento refere-se ao peso de carcaça fria (PCF). A porcentagem de peso perdido ao longo do resfriamento, proveniente da perda de exsudatos, denomina-se quebra de peso (QB). O rendimento de carcaça quente (RCQ) é o rendimento de músculo, gordura e ossos baseado no peso do animal em jejum. O peso de carcaça assim como o RCQ e o comprimento de carcaça (CC) são principais medidas de interesse dos frigoríficos para avaliação do valor do produto adquirido e dos custos operacionais, visto que carcaças com pesos e tamanho diferentes

demandam mesma mão-de-obra e mesmo tempo de processamento (Restle et al., 1999).

A EGS é um parâmetro de qualidade da carcaça, já que além de apresentar um bom aspecto visual para o consumidor, é essencial para evitar uma queda brusca da temperatura durante o resfriamento e com isso, ocasionar um encurtamento do sarcômero pelo frio e maiores perdas por resfriamento (Kuss et al., 2005).

Do mesmo modo, a AOL não foi diferente entre tratamentos. A área de olho de lombo (AOL) (Luchiari Filho, 2000; Prado et al., 2004), e espessura de gordura subcutânea (EGS) (Mcintyre, 1994) são usados como indicadores de deposição de tecidos na carcaça. Cerdótes (2007), avaliando o efeito da restrição qualitativa por 28 ou 56 dias e posterior realimentação não encontrou diferença significativa sobre a AOL nem sobre a EGS de bovinos Nelore durante a fase de terminação. Da mesma forma Thiago et al. (1998) avaliando a EGS em novilhos Nelore submetidos ou não a restrição quantitativa equivalente a 7,5 ou 15% da dieta recebida pelo tratamento *ad libitum*, não encontrou diferença significativa entre os grupos. Assim, podemos inferir que o nível e os períodos de restrição utilizados no presente trabalho não foram suficientes para afetar a deposição de gordura a nível subcutâneo e também não afetaram a deposição de tecido no músculo *Longissimus*.

Os valores de pH esperados após 24 horas de resfriamento estão entre 5,5 - 5,8 (Pardi et al., 1993), as médias entre tratamentos encontradas nesse estudo variam entre 5,6 e 5,7, estando dentro dos valores estabelecidos. Diversos fatores afetam o decréscimo da temperatura e do pH da carcaça como raça, espécie, manejo pré abate e idade; Contudo, a composição corporal é o fator de maior impacto, sendo que o volume de tecido adiposo (gordura subcutânea na carcaça) é responsável por evitar a queda abrupta da temperatura já que atua como barreira física e isolante térmico, além de diminuir a perda de água por resfriamento (Bridi e Constantino, 2009) quebra de peso (QP).

No mesmo sentido, a taxa de resfriamento da carcaça relaciona-se com a taxa de declínio do pH ao longo do processo de conversão do músculo em carne e com a atividade proteolítica no *post mortem*, permitindo o amaciamento da carne.

A queda do pH, é dependente do teor de glicogênio muscular, onde após o abate o suprimento de oxigênio nos tecidos está comprometido. O glicogênio é degradado em glicose, seguindo a via glicolítica anaeróbica para gerar energia, e tem como produtos finais ATP e ácido láctico. O ácido é acumulado no músculo promovendo a queda do pH muscular. Se a carcaça for resfriada rapidamente, a ponto de atingir valor abaixo de 10°C, antes do pH ficar abaixo de 6,0, o *rigor mortis* não vai estar instaurado completamente, ocorrendo maior encurtamento das fibras musculares (*cold shortening*), diminuindo o tamanho do sarcômero, prejudicando a maciez e a capacidade de retenção de água (Geesink et al., 2001).

Dentre os principais atributos avaliados pelos consumidores na hora da compra, destacam-se a maciez e a coloração do corte cárneo. A maciez da carne pode ser conceituada como o somatório de características que garantem a menor dureza da carne. A dureza da carne pode ser dividida em dureza residual, causada pelo tecido conjuntivo e outras proteínas do estroma, e dureza causada pelas proteínas miofibrilares (Alves et al., 2005). Assim, verificamos os parâmetros, força de cisalhamento (FC), comprimento de sarcômero (CS), índice de fragmentação miofibrilar (IFM). Diversos fatores podem afetar a maciez da carne, tais como idade, manejo, classe sexual. No entanto, acredita-se que esses fatores não interferiram nesse estudo uma vez que os animais eram jovens, manejados em confinamento assim menos reativos e castrados. Atribui-se a ausência de diferença entre os tratamentos a presença de gordura subcutânea presente nas carcaças que atuando como isolante térmico, garantiu a queda gradual da temperatura e do pH, propiciando atividade proteolítica ótima, uma vez que, as enzimas atuaram na temperatura adequada por maior tempo. Além de ter evitado o encurtamento de sarcômero pelo frio e a desidratação da carcaça.

Dentre os diversos fatores que afetam a coloração da carne encontra-se o pH como um dos principais, pois associado à temperatura, pode promover a desnaturação das proteínas miofibrilares, afetando a localização das moléculas de água dentro dos feixes miofibrilares. A coloração da carne vê-se refletida à quantidade de água que está presente na superfície das miofibrilas, o qual afeta a luminosidade.

Cerdótes (2007), avaliando os parâmetros de maciez e coloração da carne de bovinos Nelore submetidos a restrição qualitativa por 28 ou 56 dias e posterior realimentação e posterior realimentação também não encontrou diferença significativa sobre esses parâmetros, apresentando médias variando entre 5,8 e 6,53, semelhantes a encontrados nesse estudo. Da mesma maneira, ocorreu para os parâmetros de perdas de exsudatos, onde para perdas por descongelamento, por cocção e totais, encontraram médias de 4,8 a 8,58; 16,22 a 25,42 e 23,05 a 32,02, respectivamente.

A maturação da carne é o processo proteolítico dos componentes estruturais das miofibrilas realizadas por ação enzimática, responsável pelo amaciamento da carne em ambiente refrigerado após o *rigor mortis*, sendo uma ferramenta de agregação ao produto. A atividade proteolítica durante o processo de maturação, ocorre em grande maioria devido ao complexo enzimático calpaína-calpastatina. A calpaína degrada a linha Z do sarcômero enquanto a calpastatina, é responsável em inibir a atividade da calpaína. Stromer et al. (1974), reportam que as poucas alterações que ocorrem na linha Z decorrentes da atividade da calpaína, só podem ser observadas após 13 dias de maturação. E ainda, afirmam que resultados na maciez podem ser verificados com menos de 5% de degradação do total de linha Z do sarcômero.

Conclusão

Conclui-se que, durante a fase de terminação, níveis de restrição de 15 % do consumo *ad libitum* de MS seguidos ou não de realimentação *ad libitum*, não afetam os principais parâmetros de qualidade de carne de bovinos Holandês x Zebu castrados.

A redução moderada de curta duração na quantidade de alimento fornecido a bovinos castrados na fase de terminação em confinamento pode ser uma alternativa para reduzir os custos de produção, sem relevante impacto sobre as características da carne.

Referências Bibliográficas

- ALVES, D. D. Crescimento Compensatório em Bovinos De Corte. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v. 98, n. 546, p. 61-67, 2003.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da Carne Bovina. Ciência Animal Brasileira, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul/set. 2005.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº. 03/00. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Brasília: M.A.A., 2000. Publicado No Diário Oficial Da União De 24/01/2000.
- BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C. Qualidade e Avaliação de Carcaças e Carnes Bovina. In: Congresso Paranaense dos Estudantes de Zootecnia. Associação Paranaense dos Estudantes de Zootecnia, 30.,2009. Anais...Maringá, PR,2009.
- BRUCE, H. L., STARK, J. L., & BEILKEN, S. L. (2004). The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Science*, 67(2), 261–8. doi:10.1016/j.meatsci.2003.10.014
- CARVALHO, M.E.; GASPARIN, G.; POLETI, M.D.; ROSA, A.F.; BALIEIRO, J.C.C.; LABATE, C.A.; NASSU, R.T.; TULLIO, R.R.; REGITANO, L.C.A.; MOURÃO, G.B.; COUTINHO, L.L. Heat shock and structural proteins associated with meat tenderness in Nelore beef cattle, a *Bos indicus* breed. *Meat Science*, v.96, n.3, p.1318–1324, 2014.
- CERRI, C.C.; MOREIRA, C.S.; ALVES, P. A.; RAUCCI, G.S., CASTIGIONI, B.A.; MELLO, F. F., CERRI, D.G.P; CERRI, C. E. P. et al. Assessing the carbon footprint of beef cattle in Brazil: a case study with 22 farms in the State of Mato Grosso. *Journal of CleanerProduction*, v. 112, p. 2593-2600, 2016.
- CERDÓTES, Liliane. Avaliação de bovinos Nelore submetidos a períodos de restrição alimentar, durante a terminação. 2007. xx, 94 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104910>>.

- CROSS, H.; WEST, R.; DUTSON, T. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Science*, v.5, p.261–266, 1981.
- CULLER, R.D.; PARRISH JR., F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *Journal of Food Science*, v.43, n.4, p.1177-1180, 1978.
- FERRAZ, J.B.S.; DE FELÍCIO, P. E. Production systems—an example from Brazil. *Meat Science*, v. 84, p. 238-243, 2010.
- FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 647-657, 1998.
- GEESINK, G. H., et al. Effect of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb m. longissimus. *Meat Science*, v. 57, p. 265 - 271, 2001.
- GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.L.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. *Journal of Biology and Chemistry*, v.177, n.2, p.751-766, 1949.
- HOFFMAN, P. C.; SIMSON, C. R.; WATTIAUX, M. Limit feeding of gravid Holstein heifers: Effect on growth, manure nutrient excretion, and subsequent early lactation performance. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 946-954, 2007.
- HOPKINS, D.L.; MARTIN, L.; GILMOUR, A.R. The impact of homogenizer type and speed on the determination of myofibrillar fragmentation. *Meat Science*, v.67, n.4, p.705–710, 2004.
- KUBOTA, E. H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne: um processo enzimático. *Revista Nacional da Carne*, v. 18, n. 200, out., p. 12-15, 1993.

- KUSS, F.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L. L.; MENEZES, L. F. G.; PAZDIORA, R. D.; FREITAS, L. S. Características da carcaça de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento com distintos pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34. n.3, maio/jun., p. 915-925, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000300025>
- LOPES, M.A.; MAGALHÃES, G.P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. *Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia*, v. 57, p. 374-379, 2005.
- LUCHIARI FILHO, A. A pecuária da carne bovina. *LinBife*, São Paulo, SP, 2000.
- MACDOUGAL, D.B. Colour meat. In: Pearson, A.M.; Dutson, T.R. (Eds.). *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products - Advances in Meat Research Series*. London: Blackie Academic & Professional, v.9, cap.3, p.79-93, 1994.
- MCINTYRE, B.L. Carcass measurements and treatments. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, Perth, v.20, p.37- 39, 1994.
- PARDI, M.C., et al. *Ciência, Higiêne E Tecnologia da Carne: tecnologia da sua obtenção e transformação*. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 1993. v.1, 586p.
- PRADO, C.S.; PÁDUA, J.T.; CORRÊA, M.P.C.; FERRAZ, J. B. S.; MIYAGI, E.S.; RESENDE, L.S.; Comparação de diferentes métodos de avaliação de área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovino de corte. *Ciência Animal Brasileira*, v.5, p.141-149,2004.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MULLER, L. Característica de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 6, p. 1245-1251, 1999.
- RUVIARO, C.F.; DE LÉIS, C.M.; LAMPERT, V.D. N.; BARCELLOS, J.O.J.; DEWES, H. Carbon footprint in different beef production systems on a

southern Brazilian farm: a case study. *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 435-443, 2015.

SCHMIDT, T. B.; OLSON, K. C.; LINVILLE, M. L.; CLARK, J. H.; MEYER, D. L.; BRANDT, M. M.; STAHL, C. A.; RENTFROW, G. K.; BERG, E. P. Effects of dry matter intake restriction on growth performance and carcass merit of finishing steers. *The Professional Animal Scientist*, v. 21, p. 332-338, 2005.

STROMER, M.H.; GOLL, D.E.; REVILLE, W.J et al. Structural changes in muscle during postmortem storage. In: *International Congress of Food Science and Technology*, 4, 1974, Valencia. *Proceedings...* Valencia: INCTA, 1974. p.401-418.

THIAGO, L.R.L.S.; SILVA, J.M.; FEIJ, G.D. et al. Efeito da restrição alimentar no desempenho e características de carcaça de bovinos confinados. In: *Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, 35, 1998, Botucatu. *Anais...*, Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. CD-ROM.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. *Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados-BR CORTE*. 2nd ed. Viçosa-MG: Supreme Gráfica LTDA, 2010.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES, R.F.D.; FERREIRA, M.D.; OLIVEIRA, S.R.; PAULINO, P.V.R. *Composição Corporal e Requisitos Energéticos e Protéicos de Bovinos Nelore, Não Castrados, Alimentados com Rações Contendo Diferentes Níveis de Concentrado*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(6):2379-2389, 2000.

Capítulo 2. Influência da oscilação dos níveis de proteína bruta sobre a qualidade de carne de bovinos terminados em confinamento

Débora E.F. Assis ^{a, *}, et al...

^a Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

* Endereço para correspondência: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 36570-000, MG, Brasil. E-mail: debora.assis@ufv.br

Resumo

A intensificação do sistema produtivo de gado de corte é uma realidade nos últimos tempos, isso devido a necessidade de maximização da produção, sem afetar o meio ambiente e a rentabilidade dos sistemas de produção. Uma alternativa a esse impasse, é a utilização de níveis oscilantes de proteína na dieta de terminação e diversos estudos demonstram que essa técnica não afeta o desempenho e a eficiência dos animais, diminuindo o impacto ambiental e econômico, porém estudos sobre a qualidade dos produtos de interesse, ou seja, a carcaça e a carne, ainda são escassos. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos da oscilação dos níveis de proteína bruta na dieta sobre os parâmetros de qualidade de carne de bovinos Nelore superprecoces terminados em confinamento. O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 42 bovinos Nelore, machos não castrados, superprecoces, com peso corporal e idade média inicial de 260 kg e 7 meses, respectivamente. O experimento teve duração de 168 dias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis tratamentos, sendo eles: 10,5: Nível constante de 10,5% PB; 12,5: Nível constante de 12,5% PB; 14,5: Nível constante de 14,5% PB; 14,5/10,5: Nível oscilante de PB (14,5% -10,5%); 14,5/12,5: Nível oscilante de PB (14,5% -12,5%); 12,5-10,5: Nível oscilante de PB (12,5% -10,5%). Ao final do período experimental, todos os animais foram abatidos e as carcaças, foram resfriadas em câmara fria ajustada a 4°C por 24 horas. Posteriormente, foi retirada uma amostra do músculo *Longissimus* na região compreendida entre a 6ª e 9ª costelas da meia carcaça esquerda para análises das características qualitativas da carne. A amostra foi fracionada em duas porções iguais, devidamente identificadas e embaladas à vácuo, sendo uma imediatamente congelada a -18°C, e a outra foi maturada a 4°C por 7 dias. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS 9.0. Ao se analisar os parâmetros relacionados a cor e maciez da carne não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, contudo ao se avaliar os parâmetros de qualidade após 7 dias de maturação, verificou-se que houve diferença significativa ($P > 0,05$) para força de cisalhamento. Conclui-se que, durante a fase de terminação de bovinos Nelore superprecoces, os níveis de 10,5

a 14,5% de PB e a oscilação nos níveis de PB durante o confinamento não afetam a qualidade da carcaça e da carne. Entretanto a oscilação dos níveis de proteína dietética influencia o amaciamento da carne durante a maturação, podendo ser aplicada visando a produção de carne mais macia.

Abstract

The intensification of the productive system of cutting cattle is a reality in recent times, due to the need to maximize production, without affecting the environment and the profitability of production systems. An alternative to this impasse is the use of oscillating levels of protein in the finishing diet, several studies show that this technique does not affect the performance and efficiency of the animals, reducing the environmental and economic impact, but studies on the quality of the products of interest, the carcass and meat, are still scarce. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of oscillation of crude protein levels in the diet on the meat quality parameters of Nellore superprecoces cattle finished in confinement. The experiment was conducted at the Federal University of Viçosa. Forty-two Nellore bulls were used, male, unprepared, with body weight and initial mean age of 260 kg and 7 months, respectively. The experiment lasted 168 days. The animals were randomly assigned to six treatments: LOW: Constant level of 10.5% CP; AVERAGE: Constant level of 12.5% PB; HIGH: Constant level of 14.5% PB; 14,5/10,5: Oscillating CP level (14.5% -10.5%); 14,5/12,5: Oscillating CP level (14.5% -12.5%); 12,5-10,5: Oscillating CP level (12.5% -10.5%). The diets were formulated sought gains of 1.0 kg / day. At the end of the experimental period, all animals were slaughtered and the carcasses were cooled in a cold room set at 4 ° C for 24 hours. Subsequently, a sample of the Longissimus muscle was removed in the region between the 6th and 9th ribs of the left half carcass to analyze the qualitative characteristics of the meat. The sample was fractionated into two equal portions, properly identified and packed in a vacuum, one immediately frozen at - 18 °C, and the other was aged at 4 °C for 7 days. Data were analyzed in a completely randomized design using the PROC MIXED procedure of SAS 9.0. When analyzing the parameters related to meat color and softness, there was no significant difference ($P > 0.05$) between the treatments, however, when evaluating the proposed maturation times, there was a significant difference ($P > 0.05$) shear.

It is concluded that, during the termination phase, oscillating CP levels do not affect the quality of the carcass and beef. However, maturation for 7 days allows animals submitted to treatments with crude protein oscillation for 48 hours, 14,5/12,5 and 12,5-10,5, to have meat that is softer than the others.

Introdução

A proteína é o ingrediente mais requerido, depois da energia, para o desenvolvimento das funções metabólicas dos ruminantes, garantindo a homeostase corporal e promovendo o crescimento animal. Dessa forma, o desempenho animal está bastante ligado a nutrição protéica ao qual o animal é submetido.

A proteína bruta dietética é composta por uma fração que é degradada no rúmen pelos microrganismos ruminais e outra fração que seguirá para o abomaso, onde será digerido. Os microrganismos ruminais vivendo em simbiose com os bovinos, fornecem ácidos graxos voláteis e aminoácidos a partir de substratos que inicialmente não seriam degradados. Os aminoácidos provenientes da degradação ruminal, dos demais pré-estômagos e do abomaso irão ser absorvidos pelo epitélio entero- gástrico seguiram via circulação sanguínea venosa até a veia porta do fígado onde serão direcionados aos órgãos promovendo o crescimento animal. O volume de aminoácidos e demais nutrientes que são direcionados aos órgãos depende dentre outros fatores do consumo animal e da qualidade da dieta.

O crescimento animal é resultado do balanço entre a síntese e degradação (turnover) dos tecidos corporais, onde para se ter incremento no crescimento animal a síntese deve ser maior que a degradação. O turnover proteico muscular in vivo é um dos principais responsáveis pelas características da carne no post-mortem, pois afeta a proteólise e conseqüentemente a maciez, capacidade de retenção de exsudatos, coloração entre outros.

Atualmente, a utilização de manejos alimentares com altos teores de proteína bruta (PB), até 16,6%, na fase de terminação é uma prática recorrente nos confinamentos comerciais, sendo usado como estímulo ao consumo de matéria seca e assim, reduzir o tempo de confinamento dos animais. No entanto,

essa prática acarreta em maiores perdas econômicas, uma vez que a proteína é a fração mais onerosa da dieta, além de promover aumento da excreção de compostos nitrogenados ao meio ambiente. Dessa forma a utilização de mecanismos de arrazoamento que promovam a utilização de níveis mais baixos de proteína na dieta seria uma ferramenta bastante interessante no cenário agropecuário mundial, que deve buscar cada vez mais métodos que minimizem os impactos ambientais sem afetar a produtividade.

Assim, avaliar os efeitos de níveis mais baixos e da oscilação dos níveis de proteína bruta na dieta seria uma alternativa viável. Pois diminuiria o aporte de aminoácidos nos músculos, acarretaria em mudança no padrão do turnover proteico muscular, podendo melhorar a qualidade da carcaça e a qualidade de carne. Além de uma possível diminuição dos impactos ambientais e econômicos.

Objetivo

Objetivou-se avaliar os efeitos da oscilação dos níveis de proteína bruta na dieta sobre os parâmetros de qualidade de carne de bovinos Nelore superprecoces terminados em confinamento.

Material e Métodos

Os procedimentos de manejo dos animais durante o experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa e está registrado sob o protocolo número 59/2016.

Local, Animais e dietas

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG. O confinamento experimental utilizado é composto por seis baias coletivas, com capacidade para seis animais cada, com área total de 45 m² por baia, o que garante uma área de 7,5 m² por animal, sendo a região do cocho coberta, equivalente a 12 m². As baias são equipadas com sistema de cochos eletrônicos (Modelo AF 1000 Master, Intergado LTDA, Contagem, MG, Brasil), sendo capazes de registrar o consumo e acesso de cada animal individualmente mesmo quando alojados em grupos.

Dessa forma, todos animais foram identificados com um brinco eletrônico (FDX – ISO 11784/11785; Allflex, Joinville, Santa Catarina, Brasil), na orelha esquerda. Nessa mesma ocasião foram pesados e vermifugados contra endo e ectoparasitas e distribuídos aos tratamentos.

Utilizou-se 42 bezerros Nelore, machos não castrados, contemporâneos com idade média de 7 meses e peso médio inicial de 260 Kg. Os animais foram encaminhados ao confinamento logo após a desmama, sendo oriundos de sistema de cria com creep-feeding.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, onde os animais foram divididos em 6 tratamentos com 7 animais cada. Os tratamentos foram:

1. 10,5: Nível constante de 10,5% PB;
2. 12,5: Nível constante de 12,5% PB;
3. 14,5: Nível constante de 14,5% PB;
4. 14,5/10,5: Nível oscilante de PB (14,5% -10,5%) a cada 48 horas;
5. 14,5/12,5: Nível oscilante de PB (14,5% -12,5%) a cada 48 horas;
6. 12,5/10,5: Nível oscilante de PB (12,5% -10,5%) a cada 48 horas;

Os animais foram submetidos a um período de adaptação ao manejo e dieta experimental por 28 dias. Após esse período iniciou-se o período experimental, que teve duração de 168 dias.

As dietas apresentaram composição semelhante e foram formuladas de acordo com o BR- CORTE (2016), almejando ganhos de 1,0 Kg/dia. A relação volumoso: concentrado adotada foi 50:50, sendo a silagem de milho utilizada como volumoso (Tabela 1). Contudo foram utilizadas três dietas distintas, com 10,5; 12,5 e 14,5 % PB com base na matéria seca (MS), fornecidas duas vezes ao dia (Tabela 1A).

Tabela 1: Proporção e composição de ingredientes nas dietas.

Ingredientes nas dietas experimentais			
	Dieta 10,5	Dieta 12,5	Dieta 14,5
Silagem de Milho	50,0	50,0	50,0

Milho grão	39,4	39,4	39,4
Farelo de Trigo	6,09	3,05	0,00
Mix (U/SA/F.S) ¹	2,86	5,90	8,95
Mistura mineral ²	1,65	1,65	1,65
Composição			
	Dieta 10,5	Dieta 12,5	Dieta 14,5
Proteína Bruta (%)	10,5	12,5	14,5
PDR (%PB)	67,33	69,56	71,24
FDNcp	32,73	31,85	30,98
NDT	71,38	71,27	71,17

¹ Composição do Mix: 83,4% de Farelo de Soja (F.S) e 16,6% de uréia/sulfato de amônio (U/SA).

² Composição da mistura mineral: 0,30% sal comum, 0,35% calcário e microminerais, 0,75% bicarbonato, 0,25% óxido de magnésio.

Abate e avaliação das carcaças

Ao final do período experimental, todos os animais foram abatidos,

Tabela 2: Pesagens e ganhos ao final do período experimental.

Variável	Tratamentos						EPM	P valor
	10,5	12,5	14,5	14,5/10,5	14,5/12,5	12,5/10,5		
GMD,Kg/dia	1,111	1,119	1,002	1,075	0,980	0,941	0,058	0,113
PVJf, Kg	440	449	438	457	448	448	9,388	0,690
PCVZi, Kg	246	246	246	246	246	246	0,001	0,098
PCVZm, Kg	327	331	326	332	329	330	4,033	0,855
GCVZ,Kg/dia	1,110	1,104	1,000	1,032	0,953	0,929	0,050	0,039

GMD: Ganho médio diário; PVJf: Peso vivo de jejum final; PCVZi: Peso de corpo vazio inicial; PCVZm: Peso de corpo vazio médio; GCVZ: Ganho de corpo vazio.

apresentando as características, demonstradas na Tabela 2. Devido ao grande número de animais realizou-se o abate escalonado, então foram feitos 6 dias de abate sendo 7 animais escolhidos aleatoriamente e abatidos por dia.

O abate foi conduzido de maneira humanitária, onde os animais foram insensibilizados através de injúria cerebral promovida pela marreta pneumática com dardo cativo penetrativo, conforme Instrução Normativa N^o 3 de 13/01/2000 (Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue). A carcaça foi dividida longitudinalmente em meias carcaças e mensurou-se o peso de carcaça quente.

O rendimento de carcaça quente foi obtido dividindo-se o peso de carcaça quente pelo peso vivo em jejum do animal tomado anteriormente ao abate. O rendimento de carcaça verdadeiro foi obtido pela divisão do peso de carcaça quente pelo peso de corpo vazio obtido para o dado animal.

As meias carcaças foram refrigeradas por 24 horas em câmara fria ajustada para 4°C. Após esse período as meias carcaças foram novamente pesadas, obtendo-se o peso de carcaça fria. A perda por resfriamento foi calculada como sendo a diferença de peso da carcaça quente e fria, dividido pelo peso da carcaça, o valor obtido foi então multiplicado por 100, com o intuito de se expressar em porcentagem.

Da meia carcaça esquerda foi tomada a medida de comprimento, sendo considerada a distância entre a porção anterior medial da primeira costela e a borda anterior do osso púbis.

Para a estimar da área de olho de lombo (AOL) foi coletado o perímetro do músculo *Longissimus dorsi* na face compreendida entre a 12^a e 13^a costela da meia-carcaça esquerda, com o auxílio de um papel milimetrado após isso, essa área com o auxílio do software ImageJ[®] foi mensurada, obtendo-se a área por cm². Nesta mesma região do músculo foi utilizada para a mensuração da espessura de gordura subcutânea (EGS), que foi tomada com o auxílio de um paquímetro, à três quartos da altura do músculo *Longissimus dorsi*, sempre em perpendicular à face externa do músculo.

Após 24 horas de resfriamento das carcaças, foi obtida uma amostra do músculo *Longissimus* na região compreendida entre a 6ª e 9ª costela da meia carcaça esquerda para posteriores análises das características qualitativas. Esta amostra foi seccionada em duas, devidamente identificadas e embaladas à vácuo, sendo uma imediatamente congelada (1d *post-mortem*), e a outra maturada, seguindo o protocolo de Kubota et al. (1993) sendo assim, foram estocadas à 4 °C obtendo a amostra 8 dias (8d *post-mortem*). Após atingir o tempo de maturação desejado as amostras foram imediatamente congeladas.

A partir das amostras do músculo *Longissimus dorsi* que foram coletadas e congeladas, foram obtidos três bifês de uma polegada (2,54cm) de espessura, sendo um destinado a análise objetiva da cor, outro para as estimativas das perdas por descongelamento e cocção e em seguida avaliado quanto à força de cisalhamento e o terceiro bife foi utilizado para obtenção do índice de fragmentação miofibrilar (IFM). As análises foram realizadas no Laboratório de Ciências da Carne, do Departamento de Zootecnia da UFV.

Para a avaliação da coloração da carne utilizou-se o método objetivo do colorímetro, para tal, foram utilizados bifês com 2,54 cm de espessura, que foram descongelados por 16 horas em ambiente de temperatura controlada, à 4°C. Após serem descongelados, os bifês foram retirados das embalagens e ficaram em exposição ao ar por 30 minutos. Como o auxílio de um espectrofotômetro (HunterLab MiniScan EZ 45/0 LAV) ajustado à fonte iluminante D65 e ângulo de 10° para o observador, foram realizadas as leituras para as faixas de L*, a* e b* conforme a escala CIELab (MacDougall, 1994). Foram mensuradas cinco leituras de cada amostra, em pontos diferentes, e posteriormente realizou-se a média de cada valor para cada amostra.

As análises de perdas de exsudatos foram realizadas como proposto por Bruce et al. (2004). Para tal foram utilizados bifês de uma polegada, 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 à 70 °C por 40 minutos, após isso, os bifês foram retirados da cocção e submergidos em água de gelo por 1 minutos, no intuito de se cessar o cozimento. O monitoramento da temperatura

interna dos bifés foi realizado utilizando um termômetro tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico de cada bife. 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 (Warner-Bratzler shear force) foi realizada como descrito por Bruce et al. (2004). O mesmo bife utilizado para a estimativas das perdas foi utilizado para a mensuração da força de cisalhamento, sendo assim, após assados, os bifés foram refrigerados por 16 horas à 4°C. Após este período cinco amostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, foram removidas 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 TA. XT2i Texture Analyser. Foram verificadas as forças máximas utilizadas para romper as amostras cilíndricas, sendo a média das cinco repetições o valor de força de cisalhamento atribuído à cada amostra e a área da curva de deformação como parâmetro de maciez.

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) das amostras foi determinado de acordo com a metodologia proposta por Culler et al. (1978) com as modificações propostas por Hopkins et al. (2004), conforme descrito a seguir. Foram retiradas em duplicata 50 mg de amostra de carne, no sentido da orientação das fibras musculares, livre de tecido conectivo e gorduroso. As alíquotas foram homogeneizadas em tubo Falcon com 30 ml de solução tampão de IFM à 2°C por duas vezes de 30 segundos de duração cada. A homogeneização foi realizada utilizando Ultra-Turrax (Ultra-80 II, Homomix) com haste de dispersão com 10mm de diâmetro, moldada em aço inoxidável, foi utilizada uma rotação de 19.000 rpm. Durante as homogeneizações as amostras foram mantidas em banho de gelo. Após homogeneizadas as alíquotas, o homogeneizado foi filtrado em um tubo de centrífuga de 50 ml utilizando uma peneira com porosidade de 1 mm², foi utilizado

mais 10 ml de solução tampão de IFM para total recuperação das miofibrilas e facilitar a filtração. O material homogeneizado e filtrado foi então centrifugado à 1.000g, 2°C por 10 minutos. Após a centrifugação foi descartado o sobrenadante e o pellet foi ressuspensão utilizando 10 ml de solução tampão de IFM. Este processo de centrifugação foi realizado mais duas vezes refazendo o mesmo processo (totalizando 3 centrifugações). Ao final da terceira centrifugação tem-se o material extraído após descartar o sobrenadante e o pellet ser ressuspensão. Realizou-se a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do macro biureto (Gornall et al., 1949). Cada amostra foi então diluída utilizando solução tampão de IFM para um volume final de 4,0 mL e concentração de proteína de 0,5 mg/mL. As amostras foram então submetidas à leitura de absorbância, o espectrofotômetro ajustado para o comprimento de onda 540nm. O índice de fragmentação miofibrilar foi obtido como sendo a média das leituras de absorbância multiplicado por 150 conforme utilizado por Hopkins et al. (2004).

O comprimento de sarcômero foi estimado segundo a técnica da difração do laser como proposto por Cross et al. (1981) sendo descrita a seguir. Com o auxílio de uma pinça de ponta fina, retirou-se seis finos filamentos de carne de cada amostra, que foram colocadas separadamente em uma lâmina de vidro, posteriormente acrescentou-se uma gota de solução de sacarose 0,2 M, pH 7 à 4°C sobre cada filamento. As lâminas preparadas foram então colocadas em um suporte onde o laser foi incidido sobre os filamentos. As bandas de difração foram então tomadas 12cm abaixo do suporte. Obteve-se seis bandas de difração para cada amostra, sendo o valor médio utilizado para obter o comprimento de sarcômero segundo a equação abaixo.

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

Onde: D= a distância em mm, entre o suporte de fixação das lâminas e o local de coleta das bandas difusas do laser, utilizou-se 120 mm e T= distância em mm, entre as bandas extremas dividida por 2.

Análises Estatísticas

Os dados referentes as características de qualidade de carne dos animais submetidos oscilação de proteína bruta na dieta foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS 9.4 (Statistical Analysis System Institute, Inc.), quando detectada diferença pela ANOVA ($P < 0.05$) as médias dos tratamentos foram contrastadas pelo teste Tukey. Para todas as comparações e testes, foram adotados 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados

Ao compararmos o efeito dos tratamentos com níveis constantes de PB e níveis oscilantes de PB a cada 48 horas sobre as características de carcaça (Tabela 3) não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) em nenhum dos parâmetros avaliados.

Na tabela 4, podemos verificar a umidade, os teores de proteína, gordura e minerais da carne de animais submetidos aos diferentes tratamentos ao longo do experimento. Verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Avaliando os efeitos dos tratamentos sobre os parâmetros relacionados à qualidade de carne, (Tabela 5), não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

Ao se avaliar os efeitos do tratamento sobre a qualidade da carne maturada por 7 dias, nenhum parâmetro apresentou diferença significativa com excessão da força de cisalhamento ($P > 0,041$) (Tabela 6).

Tabela 3. Efeito dos níveis de proteína dietética sobre as características de carcaça

Item ¹	Tratamentos ²						EPM ³	P - valor
	10,5	12,5	14,5	14,5/10,5	14,5/12,5	12,5/10,5		
EGS, mm	4,915	3,468	2,990	3,708	3,740	4,641	0,603	0,193
AOL, cm ²	78,674	71,222	76,424	74,800	77,262	68,503	3,175	0,079
CC, cm	127,554	131,718	129,563	129,969	129,705	128,710	1,722	0,570
RCQ, %	60,713	60,470	60,841	60,583	60,197	60,889	0,472	0,880
GCQ, Kg/dia	0,742	0,773	0,736	0,810	0,757	0,780	0,369	0,682
PCQ, Kg	267,515	271,939	266,588	277,279	269,665	272,943	5,348	0,682
PCF, Kg	261,776	267,356	261,857	272,423	264,517	268,000	5,290	0,626
QB, %	2,145	1,693	1,782	1,757	1,924	1,817	0,169	0,377

¹EGS: Espessura de gordura subcutânea; AOL: Área de olho de lombo; CC: Comprimento de carcaça; RCQ: Rendimento de carcaça quente; GCQ: Ganho de carcaça quente; PCQ: Peso de carcaça quente; PCF: Peso de carcaça fria; QB: Quebra de peso.

²10,5; 12,5 e 14,5: Tratamentos com níveis constantes de PB 10,5; 12,5 e 14,5% PB respectivamente. 14,5/10,5; 14,5/12,5 e 12,5/10,5: Tratamentos com níveis oscilantes de PB a cada 48 horas variando de 14,5% -10,5%; 14,5% -12,5% e 12,5% -10,5% respectivamente.

³EPM: Erro padrão da média.

Tabela 4. Efeito dos níveis de proteína dietética sobre a composição centesimal da carne.

Item ¹	Tratamentos ²						EPM ³	P - valor
	10,5	EPM ²	P - valor	14,5/10,5	14,5/12,5	12,5/10,5		
Umidade,%	76,235	76,339	76,874	76,343	76,842	76,852	0,466	0,777
PB, %	18,366	18,063	18,318	16,504	16,139	18,654	1,023	0,215
EE, %	3,7	3,166	3,734	4,865	3,964	4,998	1,121	0,543
CZ, %	0,718	0,706	0,719	0,726	0,729	0,703	0,146	0,601

¹MS: Matéria Seca; PB: Proteína Bruta; EE: Extrato Etéreo; CZ: Cinzas ou Material mineral.

²10,5; 12,5 e 14,5: Tratamentos com níveis constantes de PB 10,5; 12,5 e 14,5% PB respectivamente. 14,5/10,5; 14,5/12,5 e 12,5/10,5: Tratamentos com níveis oscilantes de PB a cada 48 horas variando de 14,5% -10,5%; 14,5% -12,5% e 12,5% -10,5% respectivamente.

³EPM: Erro padrão da média.

Tabela 5. Efeito dos níveis de proteína dietética sobre os parâmetros de qualidade de carne sem maturação.

Item ¹	Tratamentos ²						EPM ³	P - valor
	10,5	12,5	14,5	14,5/10,5	14,5/12,5	12,5/10,5		
CS, mm	2,011	1,949	1,907	1,759	1,938	1,928	0,785	0,290
FC, KGF	6,042	5,393	5,828	6,241	5,721	4,861	0,589	0,590
PD, %	6,309	5,148	5,080	4,999	4,149	4,501	1,142	0,700
PC, %	19,394	17,284	19,373	20,403	19,520	17,699	2,295	0,852
PT, %	24,439	21,506	23,479	24,355	22,811	21,292	2,729	0,873
IFM	35,481	36,550	29,957	33,867	37,762	47,573	8,266	0,648
Cor a*	14,033	14,369	14,369	13,817	13,578	13,437	0,442	0,482
Cor b*	11,950	13,188	12,352	11,805	11,180	10,800	0,674	0,120
Cor L*	38,679	40,434	38,774	38,371	37,461	36,542	1,342	0,347

¹CS: Comprimento de sarcômero; FC: Força de cisalhamento; PD: Perdas por descongelamento; PC: Perdas por cocção; PT: Perdas Totais; IFM: Índice de fragmentação miofibrilar; Cor a*: Coloração variando do comprimento de onda entre vermelho e verde; Cor b*: Coloração variando do comprimento de onda entre amarelo e azul; Cor L*: Luminosidade.

²10,5; 12,5 e 14,5: Tratamentos com níveis constantes de PB 10,5; 12,5 e 14,5% PB respectivamente. 14,5/10,5; 14,5/12,5 e 12,5/10,5: Tratamentos com níveis oscilantes de PB a cada 48 horas variando de 14,5% -10,5%; 14,5% -12,5% e 12,5% -10,5% respectivamente.

³EPM: Erro padrão da média.

Tabela 6. Efeito dos níveis de proteína dietética sobre os parâmetros de qualidade de carne maturadas por 7 dias.

Item ¹	Tratamentos ²						EPM ³	P - valor
	10,5	12,5	14,5	14,5/10,5	14,5/12,5	12,5/10,5		
CS, mm	1,956	2,000	1,812	1,958	1,724	1,904	0,103	0,330
FC, KGF	4,655a	3,893ab	4,690a	4,080ab	3,161b	3,402b	0,409	0,041
PD, %	6,209	5,380	6,604	4,597	4,758	3,931	0,791	0,200
PC, %	19,197	18,860	21,504	18,748	15,977	17,335	1,980	0,450
PT, %	24,179	23,214	26,675	22,492	19,911	20,543	2,226	0,265
IFM	63,888	58,831	73,207	68,664	64,404	71,332	9,543	0,805
Cor a*	15,154	15,823	15,050	14,883	13,886	14,439	1,172	0,857
Cor b*	14,793	15,570	14,327	14,620	12,889	12,505	1,125	0,274
Cor L*	42,191	43,212	41,810	41,972	38,940	36,953	1,972	0,148

CS: Comprimento de sarcômero; FC: Força de cisalhamento; PD: Perdas por descongelamento; PC: Perdas por cocção; PT: Perdas Totais; IFM: Índice de fragmentação miofibrilar; Cor a*: Coloração variando do comprimento de onda entre vermelho e verde; Cor b*: Coloração variando do comprimento de onda entre amarelo e azul; Cor L*: Luminosidade.

²10,5; 12,5 e 14,5: Tratamentos com níveis constantes de PB 10,5; 12,5 e 14,5% PB respectivamente. 14,5/10,5; 14,5/12,5 e 12,5/10,5: Tratamentos com níveis oscilantes de PB a cada 48 horas variando de 14,5% -10,5%; 14,5% -12,5% e 12,5% -10,5% respectivamente.

³EPM: Erro padrão da média.

Discussão

A proteína é o ingrediente mais requerido, depois da energia, para o desenvolvimento das funções metabólicas dos ruminantes, garantindo a homeostase corporal e promover o crescimento animal.

Carcaça bovina é definida como, bovino abatido, sangrado, esfolado, eviscerado, desprovido de cabeça, patas, rabo, glândula mamária (na fêmea), verga (pênis), exceto suas raízes, e testículos (no macho) (BRASIL,1990). Dessa maneira, o ganho de carcaça (GCQ) representa o quanto os animais ganharam de músculo, gordura e ossos ao longo do experimento. Ao avaliarmos o efeito dos tratamentos sobre o GCQ, estatisticamente não houve diferença significativa, porém avaliando numericamente, pode-se verificar que embora todos os tratamentos tenham ganhos superiores a 100 Kg, os tratamentos 4, 6 e 2 se destacaram com maiores ganhos, apresentando ganhos aproximados de 117, 113 e 112 Kg, respectivamente.

A área de olho de lombo (AOL) é indicador da composição da carcaça e altamente relacionada à musculabilidade, sendo usada como indicador do rendimento dos cortes nobres da carcaça. No entanto, é negativamente correlacionada com a porcentagem de gordura, visto que, no momento em que se inicia o período de intensa deposição de gordura, o tecido muscular sofre desaceleração em seu desenvolvimento (Marple, 1983; Berg e Butterfield, 1976). Nesse estudo, pode-se notar que todos tratamentos apresentaram AOL acima 74 cm², exceto os tratamentos 2 e 6, que apresentaram AOL de 71 e 68 cm², respectivamente, indicando que os animais eram bastante musculados embora jovens. Rubiano et al., (2009), trabalhando com bovinos superprecoces de diferentes padrões genéticos, observaram que bovinos Nelore com 13 meses consumindo dietas com 17,27 %PB, apresentaram AOL de 67,9 cm². Bianchini et al, (2008) avaliando animais Nelore superprecoces consumindo dietas com 16 %PB, verificou AOL com 72,8 cm². Avaliando a curva de crescimento corporal de animais superprecoces, podemos inferir que animais com 12-14 meses de idade em condições nutricionais adequadas, já estavam no final da deposição de tecido muscular e início da deposição de gordura corporal, assim exigências mais baixas

de proteína, por exemplo 10,5 %, como utilizado tratamento 1, não afetariam a taxa de deposição muscular.

Avaliando a espessura de gordura subcutânea (EGS), Felicio et al. (1997) à destaca como um importante indicador de qualidade, uma vez que, impede a queda abrupta da temperatura da carcaça ao longo do resfriamento, atuando como um eficiente isolante térmico. Assim melhora o aspecto visual da carcaça, atua no rendimento da porção comestível e ainda evita o cold shortening, o que resultaria na redução da maciez. Nesse estudo, não obteve-se diferença significativa entre os tratamentos, porém, avaliando os valores médios encontrados, próximos a 3-4 mm, nota-se que estão dentro da faixa de valores almejados pelos frigoríficos para programas de abate para animais superprecoces, 3 a 10 mm (Rubiano et al. 2009), sendo classificada como carcaça mediana. Bianchini et al, (2008), ao avaliar a EGS verificou resultados semelhantes, 3,46 mm de EGS. No entanto, Rubiano et al., (2009), encontrou valores próximos a 7 mm. A PB da dieta, é degradada e os aminoácidos absorvidos no intestino, seguem ao fígado. No fígado, será direcionado para o crescimento e manutenção muscular, no entanto, se o crescimento muscular já tiver cessado, os aminoácidos serão desaminados e os esqueletos de carbono, serão convertidos em ácidos graxos, que serão armazenados no tecido adiposo. Isso corrobora como a ideia inicial de excesso de PB na dieta dos estudos citados, indicando como ideal a utilização de dietas com no máximo 14,5 %PB.

O peso de carcaça quente (PCQ), quando avaliado numericamente, foi maior para os tratamentos 4 e 6, respectivamente. Após o resfriamento por 24 horas, o peso da carcaça fria (PCF) também foi maior para os tratamentos citados acima. Ao se verificar a quebra de peso, quantidade de água perdida durante o processo de resfriamento da carcaça, mensurou-se valores maiores para o tratamentos 1, o que pode ser atribuído a maior proporção de músculo na carcaça que as demais.

O rendimento de carcaça quente (RCQ), da mesma forma que o comprimento de carcaça (CC), não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. O peso de carcaça assim como o RCQ são principais medidas de interesse dos frigoríficos para avaliação do valor do produto adquirido e dos custos

operacionais, visto que carcaças com pesos diferentes demandam mesma mão-de-obra e mesmo tempo de processamento (Restle et al., 1999).

A qualidade da carne bovina é definida de acordo com suas propriedades físicoquímicas (maciez, sabor, cor, odor e suculência), sendo que estas propriedades são determinadas por fatores intrínsecos (genética, idade, sexo) ou extrínsecos ao animal ao clima, nutrição, manejo- pré e pós-abate (Costa, 2012). No entanto, a nutrição animal é um dos principais pontos críticos, isso porque, afeta o crescimento corporal animal, retardando o abate. Ítavo et al., 2014, define crescimento como o aumento da massa corporal animal, proveniente da hiperplasia e hipertrofia de células, que formaram os tecidos corporais. Dessa maneira, o corpo dos bovinos é composto por proteína, gordura, água e minerais (Robelin e Geay, 1984). Ao verificar a umidade, os teores de proteína, gordura e minerais da carne de animais submetidos aos diferentes tratamentos ao longo do experimento. Verifica-se não houve diferença significativa entre os tratamentos, indicando que os animais apresentaram crescimento corporal semelhante entre os tratamentos.

A maciez e a coloração da carne são os principais atributos de maciez avaliados pelo consumidor na hora da compra. Isso se deve ao fato da taxa de crescimento animal esta relacionada com a maturidade animal, assim animais precoces como desse estudo, apresentam uma taxa de deposição de tecidos mais acelerada. A cobertura de gordura subcutânea, que atua como isolante térmico, impedindo o encolhimento de sarcômero pelo frio, que reduziria a maciez da carne. Além de impedir o ressecamento da superfície da carcaça promovendo o escurecimento da carne e diminuir as perdas de água. Outro ponto importante é o turnover proteico in vivo, diretamente associado a proteólise *post mortem*. Assim, os principais sistemas enzimáticos responsáveis pela proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas são os sistemas das catepsinas, complexo multicatalítico de proteases e o complexo enzimático calpaína- calpastatina (Alves et al., 2007).

A maturação da carne é o processo proteolítico enzimático dos componentes estruturais das miofibrilas, responsável pelo amaciamento da carne em ambiente controlado após o *rigor mortis*. Atualmente é uma prática comum ao

mercado da carne, uma vez que, a maciez é um dos atributos mais avaliados na hora da compra sendo uma ferramenta de agregação de valor. Dentre os sistemas proteolíticos, Goll et al. (1992), ressaltaram que o complexo calpaína- calpastatina são responsáveis por 90% ou mais da tenderização post-mortem da carne. A calpaína é responsável pela degradação da linha Z do sarcômero (Taylor et al., 1995), sendo ativada pelo cálcio sarcoplasmático. Assim, o aumento gradativo do período de maturação, promovem segundo Koochmarie (1994), há diminuição da rigidez e aumento gradativo da maciez da carne. Trabalho Stromer et al. (1974), salientaram que poucas alterações da linha Z são detectadas durante os 3 primeiros dias da maturação, sendo essas mais pronunciadas após 13 dias ou mais a de maturação, dessa forma, a maturação nesse trabalho não influenciou a maciez. Porém, houve diminuição da força de cisalhamento, que pode ser atribuído a modificação do turnover proteico nos tratamentos com menores teores de proteína na dieta, levando a diminuição na disponibilidade de aminoácidos para o tecido muscular. Tratamentos com oscilação de proteína podem ter afetado o padrão de suprimento de aminoácidos ao músculo, o que pode ter alterado o balanço entre síntese e a degradação proteica muscular, promovendo aumento na degradação proteica e o amaciamento da carne.

Conclusão

Conclui-se que, durante a fase de terminação de bovinos Nelore superprecoces, os níveis de 10,5 a 14,5% de proteína e a oscilação desses níveis durante o confinamento não afetam a qualidade da carcaça e da carne. Entretanto a oscilação dos níveis de proteína dietética influencia o amaciamento da carne durante a maturação, podendo ser utilizada visando a produção de carne mais macia.

Referências Bibliográficas

- ALVES, D. D.; MANCIO, A. B. Maciez da Carne Bovina- Uma Revisão. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 193-216. 2007.
- BRASIL. Padronização de Cortes de Carne Bovina. MA/SNAD/SIPA. Brasília, 98p. 1990.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº. 03/00. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Brasília: M.A.A., 2000. Publicado no Diário Oficial da União de 24/01/2000.
- BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. 1976. New concepts of cattle growth. New York: Sydney University. 240p.
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. D. B.; JORGE, A. M.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E. Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoces Nelore, Simental e mestiços. Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.9, n.3, p. 554-564, jul/set, 2008.
- BOYE, J.; WIJESINHA- BETTONI, R.; BURLINGAME, B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. Brit. Journal nutrit. 108: 183-211. 2012.
- BRUCE, H. L., STARK, J. L., & BEILKEN, S. L. (2004). The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Science*, 67(2), 261–8. doi:10.1016/j.meatsci.2003.10.014.
- CARVALHO, M.E.; GASPARIN, G.; POLETI, M.D.; ROSA, A.F.; BALIEIRO, J.C.C.; LABATE, C.A.; NASSU, R.T.; TULLIO, R.R.; REGITANO, L.C.A.; MOURÃO,

- G.B.; COUTINHO, L.L. Heat shock and structural proteins associated with meat tenderness in Nellore beef cattle, a *Bos indicus* breed. *Meat Science*, v.96, n.3, p.1318–1324, 2014.
- CERRI, C.C.; MOREIRA, C.S.; ALVES, P. A.; RAUCCI, G.S., CASTIGIONI, B.A.; MELLO, F. F., CERRI, D.G.P; CERRI, C. E. P. et al. Assessing the carbon footprint of beef cattle in Brazil: a case study with 22 farms in the State of Mato Grosso. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 2593-2600, 2016.
- COLLINS, R.M.; PRITCHARD, R.H. Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants. 1992. *J. Anim. Sci.*70:3899-3908.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Desempenho de novilhos Red Angus superprecoces confinados e abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.129-138. 2002.
- CROSS, H.; WEST, R.; DUTSON, T. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Science*, v.5, p.261–266, 1981.
- CULLER, R.D.; PARRISH JR., F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *Journal of Food Science*, v.43, n.4, p.1177-1180, 1978.
- FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: Características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.
- FERRAZ, J.B.S.; DE FELÍCIO, P. E. Production systems—an example from Brazil. *Meat Science*, v. 84, p. 238-243, 2010.

- FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 647-657, 1998.
- GOLL, D.E.; TAYLOR, R.G.; CHRISTIANSEN, J.A. et al. Role of proteinases and protein turnover in muscle growth and meat quality. In: ANNUAL MEAT CONFERENCE, 44, 1992, Chigago. Proceedings... Chicago: National Livestock and Meat Board, 1992. p25-36.
- GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.L.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. *Journal of Biology and Chemistry*, v.177, n.2, p.751-766, 1949.
- HADLICH, J.C.; MORALES, D.C.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.O.; CHARDULO, L.A.L. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v.28, n.1, p.57-62, 2006.
- HOPKINS, D.L.; MARTIN, L.; GILMOUR, A.R. The impact of homogenizer type and speed on the determination of myofibrillar fragmentation. *Meat Science*, v.67, n.4, p.705-710, 2004.
- KOOHMARIE, M. Musculeproteinases and meat aging. *Meat Science*, v.36, n.3, p.93-104, 1994.
- KUBOTA, E. H., OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne: um processo enzimático. *Revista Nacional da Carne*, v. 18, n. 200, out., p. 12-15, 1993.
- LOPES, M.A.; MAGALHÃES, G.P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. *Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia*, v. 57, p. 374-379, 2005.
- MACDOUGAL, D.B. Colour meat. In: Pearson, A.M.; Dutson, T.R. (Eds.). *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products* -

Advances in Meat Research Series. London: Blackie Academic & Professional, 1994. v.9, cap.3, p.79-93.

MARPLE, D.N. Principles of growth and development. In: GROWTH MANAGEMENT CONFERENCE, 1983, Indiana. Proceedings... Indiana: IMC, 1983. p.1-6.

MCBRIDE, K.W.; GREENE, L.W.; COLE, N.A.; MCCOLLUM, F.T.; GALYEAN, M.L. Nitrogen and phosphorus utilization in beef cattle fed three levels of dietary crude protein and three degradable intake protein/ undegradable intake protein ratios. J. Anim. Sci. 81 (Suppl. 1):73. (Abst.). 2003.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D., Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. Anim. FeedSci. Technol. 197; 64-75; 2014. Doi: 10.1016/j.aanifeedsci.2014.08.010.

RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MULLER, L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, n. 6, p. 1245-1251, 1999.

ROBELIN, J; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In GILCHRIST, F. M.C; MACKIE, R.I. (Ed.). *Herbivore nutrition in the subtropics and tropics*. Johannesburg: Science Press, 1984. P. 525-548.

RUBIANO, G. A.G.; ARRIGONI, M.D.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; GONÇALVES, C.G.; ANGERAMI, C.N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 12, p. 2490-2498, 2009.

RUVIARO, C.F.; DE LÉIS, C.M.; LAMPERT, V.D. N.; BARCELLOS, J.O.J.; DEWES, H. Carbon footprint in different beef production systems on a

southern Brazilian farm: a case study. *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 435-443, 2015.

SILVEIRA, A.C. Sistema de produção de novilhos precoces. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES. 1., 1995, Campinas. Anais... Campinas: CATI, 1995. 56p.

STROMER, M.H.; GOLL, D.E.; REVILLE, W.J et al. Structural changes in muscle during postmortem storage. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 4, 1974, Valencia. Proceedings... Valencia: INCTA, 1974. p.401-418.

TAYLOR, R.G.; GEESINK, G.H.; THOMPSON, V.F. et al. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *Journal of Animal Science*, v.73, n.5, p.1351-1367, 1995.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados-BR CORTE. 2nd ed. Viçosa-MG: Supreme Gráfica LTDA, 2016.

WESTOVER, E.C. The effect of crude protein withdrawal and the use of oscillated crude protein concentration on feedlot performance, carcass merit, and ammonia emissions from the pen surface of feedlot steers. Thesis to obtain the degree of Master of Science submitted to Colorado State University. Colorado. United States. 2011.

WOESSNER, J.F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v.93, n.2, p.440-447, 1961.

Considerações Finais

A adoção de manejos alimentares na fase de terminação nos confinamentos baseados em dietas com restrição alimentar e oscilação dos níveis de proteína dietética como alternativa ao manejo alimentar tradicional, podem ser vistos como alternativas para redução dos custos de produção e sem impacto negativo sobre a qualidade de carne de bovinos na fase de terminação.

A oscilação dos níveis de proteína em conjunto com a maturação da carne promovem o incremento da maciez, sendo uma alternativa interessante para agregação de valor da carne.