



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – CEO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM
MILHO NA CARCAÇA E CARNE DE
NOVILHOS ANGUS TERMINADOS A
PASTO**

IDACIR ANTONIO SANTIN JUNIOR

CHAPECÓ, 2018

IDACIR ANTONIO SANTIN JUNIOR

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM MILHO NA CARCAÇA E
CARNE DE NOVILHOS ANGUS TERMINADOS A PASTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Ciência e Produção Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador (a): Diego de Córdova Cucco
Co-orientador (a): Aline Zampar

Chapecó, SC, Brasil

2018

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Junior, Idacir Antonio Santin
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM MILHO NA
CARCAÇA E CARNE DE NOVILHOS ANGUS TERMINADOS
A PASTO / Idacir Antonio Santin Junior. -- 2018.
61 p.

Orientador: Diego de Córdova Cucco
Coorientadora: Aline Zampar
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Chapecó, 2018.

1. carne bovina. 2. milho grão. 3. painel sensorial de
consumidores. 4. pastagem. I. Cucco, Diego de Córdova . II.
Zampar, Aline. III. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia. IV. Título.

**Universidade do Estado de Santa Catarina
UDESC Oeste
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

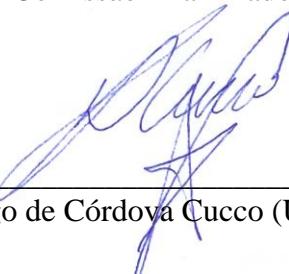
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM MILHO NA CARCAÇA E
CARNE DE NOVILHOS ANGUS TERMINADOS A PASTO**

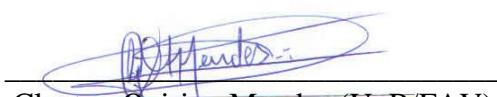
Elaborada por
Idacir Antonio Santin Junior

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

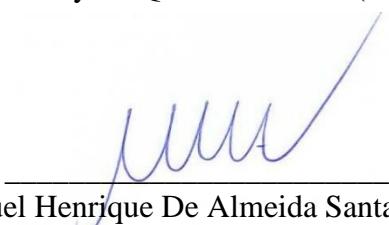
Comissão Examinadora:



Diego de Córdova Cucco (UDESC)



Clayton Quirino Mendes (UnB/FAV)



Miguel Henrique De Almeida Santana (USP/FZEA)

Chapéco, 03 de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Minha família, por sempre me apoiar nas escolhas que tomei e espero ter sido merecedor do esforço dedicado por vocês em todos os aspectos.

Meus orientadores, Diego de Córdova Cucco e Aline Zampar, por todo o conhecimento que me repassaram.

Agradeço especialmente ao Diego de Córdova Cucco por ter me recebido como orientado desde a graduação e por sempre ter me mostrado o caminho a ser seguido, de forma única, admirável e exemplar. Desejo poder contribuir para a ciência e na formação de acadêmicos da mesma forma que me inspirou, sem medir esforços e com tamanha dedicação.

Aos integrantes do Grupo de Melhoramento Genético (GMG) da UDESC Chapecó, pela amizade, convívio acadêmico, aprendizado e auxílio no trabalho.

Agradeço ao meu avô Nelson Schio Soletti (*in memoriam*), com todo meu amor e gratidão por tudo o que fez por mim ao longo de minha vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) Código de Financiamento 001 - e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Cararina (FAPESC).

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que esse trabalho pudesse ser realizado, deixo meu MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade do Estado de Santa Catarina

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM MILHO NA CARCAÇA E CARNE DE NOVILHOS ANGUS TERMINADOS A PASTO

AUTOR: Idacir Antonio Santin Junior
ORIENTADOR: Diego de Córdova Cucco
Chapéco, 3 de dezembro de 2018

A carne bovina de animais criados a pasto é reconhecida por ser mais magra e com propriedades benéficas à saúde humana quando comparados a sistemas de confinamento, além do menor custo de produção. No entanto, terminar bovinos exclusivamente a pasto pode resultar em maior tempo para atingir o acabamento e peso necessários para abate. Deste modo, a suplementação pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho e características de carcaça, principalmente relacionadas ao acabamento de gordura. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação energética com milho grão na carcaça e carne de bovinos Angus superprecoces terminados a pasto. Assim, após a desmama (7 ± 1 meses), 20 novilhos foram mantidos em pastagens de aveia (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), trevos (*Trifolium repens*) e após o inverno, pastagens nativas melhoradas com (*Festuca arundinacea*) e trevos (*Trifolium repens*). Quando o primeiro grupo de 10 animais alcançou a média de 450 kg de peso vivo aos 15 meses de idade e 3 mm de espessura de gordura subcutânea (EGS) foi abatido e iniciou-se o período de suplementação energética do segundo grupo. A suplementação era composta de milho grão a 0,8% do peso vivo por dia até os animais atingirem os mesmos requisitos de abate (68 dias). Foi realizada análise sensorial de consumidores e adicionada uma repetição do tratamento com suplementação para julgar a eficiência dos painelistas ao avaliar as características sensoriais. A força de cisalhamento ($P=0,0001$), largura do *Longissimus thoracis* ($P<0,0001$) e a área de olho de lombo ($P<0,0001$) foram maiores nos animais terminados exclusivamente a pasto. A terminação com suplementação energética proporcionou maior rendimento de carcaça ($P<0,0001$), espessura de gordura subcutânea ($P<0,0001$), marmoreio ($P<0,0001$) escore de musculosidade ($P=0,0033$). O peso de carcaça quente, profundidade do *Longissimus thoracis* e escore de gordura não foram alterados pelo sistema de terminação. Houve diferenças significativas nas características físico-químicas da carne somente no momento do abate e 24 horas após. Maiores modificações na coloração da carne e gordura foram observadas 24 e 48 horas após o abate. A carne dos animais suplementados apresentou maior maciez e aceitabilidade geral, em que a primeira característica teve grande influência na segunda. Não foram encontradas diferenças para sabor e suculência entre tratamentos. Em conclusão, mesmo os animais suplementados sendo os que tinham menor desempenho potencial e levaram mais tempo para atingir os requisitos de abate, a suplementação energética proporcionou maior padronização e uniformidade das carcaças, principalmente relacionado ao acabamento de gordura. Além disso, os consumidores preferiram a carne proveniente de animais suplementados.

Palavras-chave: carne bovina, milho grão, painel sensorial de consumidores, pastagem

ABSTRACT

Master's Dissertation

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade do Estado de Santa Catarina**EFFECT OF CORN GRAIN SUPPLEMENTATION ON CARCASS AND MEAT OF YOUNG ANGUS STEERS FINISHED ON PASTURE**

AUTHOR: Idacir Antonio Santin Junior

ADVISER: Diego de Córdova Cucco

Chapecó, December 3th 2018

The beef of cattle raised on pasture is recognized through a lean beef and by its benefits to human health when compared to feedlot systems, besides the lower cost of production. However, finishing cattle exclusive on pasture can result in more time on fed and to reach the slaughter requirements. Thus, the supplementation can be an alternative to improve performance and carcasses traits, mainly related to fat deposition. The objective of this study was to evaluate the effects of corn grain supplementation on carcass and meat of young Angus steers finished on pasture. Therefore, after weaning (7 ± 1 months), twenty steers were kept grazing in winter pasture composed of oat (*Avena strigosa*), ryegrass (*Lolium multiflorum*), clovers (*Trifolium repens*) and after the winter, were moved to native pastures improved with fescue (*Festuca arundinacea*) and clovers (*Trifolium repens*). When the first group of 10 animals reached the average of 450 kg of body weight (BW) and 3 mm of fat thickness (15 months) it was slaughtered and began the energetic supplemented period of the second group. The supplementation was composed of corn grain at 0.8% of the BW per day until the animals reached the same slaughter requirements (68 days). It was done a consumer sensory panel and one replicate of the treatment with supplementation was added to measure the repeatability of consumer panel method through the traits evaluated. The *Warner-Bratzler* shear force ($P=0.0001$), *Longissimus* muscle width ($P<0.0001$) and ribeye area ($P<0.0001$) were higher on grass-fed. Corn supplemented finishing showed greater results for dressing percentage ($P<0.0001$), subcutaneous fat thickness ($P<0.0001$), marbling ($P<0.0001$) and muscle ($P=0.0033$) scores. Hot carcass weight (HCW), *Longissimus* muscle depth and fat score were not affected by the finishing system. Significant differences were found on physical-chemical characteristics at the slaughter and 24 hours later. Greater alterations on beef and fat color were observed 24 and 48 hours after slaughter. Beef from energetic supplemented animals showed greater results for tenderness and general acceptability, which the first had greater impact on the second. Statistical differences were not found for flavour and juiciness. In conclusion, the energetic supplementation provided higher standardization and uniformity of carcasses, mainly related to fat deposition in the finishing period, even the supplemented animals being those who had lower performance potential and took longer to reach the slaughter requirements. Besides that, consumers preferred the beef of supplemented animals.

Keywords: beef, consumer evaluation, corn grain, pasture

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO I	10
REVISÃO DE LITERATURA.....	10
1.1 Diferentes sistemas de terminação e sua influência no desempenho e qualidade da carne de bovinos.....	10
1.2 Perfil de ácidos graxos da carne bovina	14
1.3 Diferentes sistemas de terminação e sua influência no perfil de ácidos graxos da carne bovina	18
1.4 Perfil de ácidos graxos e sua influência na análise sensorial da carne bovina	20
1.5 Considerações finais	23
1.6 Objetivo geral	23
2 CAPÍTULO II.....	24
2.1 ARTIGO I	24
Carcass and meat quality of beef from young Angus steers finished grass-fed only or supplemented	25
Abstract.....	25
Implications	26
Introduction	26
Material and methods	27
<i>Slaughter measurements and sampling procedures</i>	28
<i>Laboratorial analysis</i>	28
<i>Instrumental color</i>	29
<i>Statistical analysis</i>	29
Results	29
Discussion.....	30
Acknowledgements	32
Declaration of interest	32
Ethics statement.....	32
References	32
Tables	35
2.2 ARTIGO II.....	37
Validation of consumer sensory panel with beef from young Angus steers reared on pasture or supplemented with corn.....	37
Title.....	38

Short title	38
Authorship	38
Acknowledgements	38
Conflict of Interest Statement.....	38
Abstract.....	38
Practical Applications.....	39
Keywords.....	39
Introduction	39
Materials and methods.....	40
<i>Samples: prepare and analysis proceeding</i>	40
<i>Brief survey</i>	41
<i>Animals</i>	41
<i>Statistical analysis</i>	41
Results	41
Discussion.....	42
References	44
Tables	47
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS	50
ANEXOS	53

1. CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Diferentes sistemas de terminação e sua influência no desempenho e qualidade da carne de bovinos

As exigências nutricionais na terminação de bovinos variam principalmente em função da raça, idade, sexo e nível nutricional. Para atender estas exigências são utilizados diversos sistemas, como por exemplo, a pasto (com e sem suplementação) e confinamento.

Bovinos terminados a pasto frequentemente apresentam quantidades mínimas de acabamento de carcaça e/ou são abatidos com idades superiores àqueles terminados em sistemas mais intensivos (MANDELL et al. 1998). Porém suplementar estratégicamente os animais a pasto com grãos, como milho e sorgo, pode ser uma alternativa de suplemento energético para proporcionar acabamento para abate, fato que ocorre na Argentina, país com sistema de produção semelhante ao do sul do Brasil (PIGHIN et al. 2016).

O confinamento pode ser utilizado com o objetivo de reduzir o tempo para que os animais alcancem o peso de abate (BRONDANI; RESTLE 1991), além de proporcionar melhor acabamento às carcaças (GARCIA et al. 2008). No entanto, devido ao aumento do preço dos grãos, uma alternativa tem sido a diversificação e intensificação dos sistemas de pastoreio (PIGHIN et al. 2016).

A produção de carne a pasto é reconhecida por produzir carne mais magra e com propriedades benéficas à saúde humana, como por exemplo, maiores níveis de ácidos graxos polinsaturados (PUFA) *n*-3, de ácido linoleico conjugado (CLA) e menores relações *n*-6:*n*-3, quando comparados a sistemas de produção mais intensivos (DUCKETT et al. 2013; GARCIA et al. 2008; LATIMORI et al. 2008; McAFFEE et al. 2011; SCHMID et al. 2006). No entanto, terminar bovinos exclusivamente a pasto pode resultar em maior tempo para atingir o acabamento e peso necessários para abate (ROBERTS et al. (2009).

Deste modo são produzidas carcaças mais magras e com menores escores de conformação (ROSA et al. 2014). Contudo, a suplementação a pasto com milho grão pode entrar como alternativa para melhorar o desempenho (DETMANN et al. 2014) e características de carcaça (PATINO et al. (2014). Além disso, o estudo de Wright et al. (2015) demonstra que bovinos podem ser suplementados com milho grão até 0,75% do peso vivo (PV) sem consequências negativas ao perfil de ácidos graxos benéfico à saúde humana.

Para avaliar os efeitos da suplementação com milho grão, Patino et al. (2014) realizaram um estudo com 30 bovinos ¾ Aberdeen Angus e ¼ Charolês com média de peso inicial de 281 ± 16 kg e 16-20 meses de idade. Inicialmente todos os animais foram mantidos exclusivamente a pasto por 2 meses e após este período foram divididos nos tratamentos com suplementação a pasto ou confinamento. A suplementação era composta de milho grão (0,4%; 0,8% e 1,2 % do PV) e a dieta do confinamento composta de uma relação forragem:concentrado de 50:50. Os animais de ambos os tratamentos foram abatidos quando alcançaram 4 mm de espessura de gordura subcutânea (EGS). Os diferentes sistemas de terminação não apresentaram diferença estatística para ganho médio diário (GMD), idade ao abate, peso ao abate, área de olho de lombo (AOL), EGS, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, pH, força de cisalhamento, marmoreio e coloração da carne. De acordo com os autores, essa ausência de diferença estatística pode ter ocorrido devido ao pouco tempo em que os animais foram mantidos em sistemas de terminação diferentes.

Em outro estudo, Roberts et al. (2009) utilizaram 72 novilhos de mães britânicas e pais Angus, Charolês ou Brangus. Os animais tinham peso inicial médio de $319,5 \pm 36,6$ kg e 10-13 meses de idade, divididos em seis tratamentos. Cinco deles consistiam na terminação sob pastejo de azevém (*Lolium multiflorum* L.), um deles sem milho, e outros quatro com níveis de suplementação com milho grão de 0,5%, 1%, 1,5% e 2% do PV, além do sexto tratamento que consistia na terminação em confinamento com dieta composta de 65% milho, 15% caroço de algodão e 12,5% de suplemento protéico, 5% de farelo de soja e 2,5% de melaço. Após a desmama foram alimentados com ração misturada composta por feno de *Cynodon dactylon*, casquinha de soja e pastagem de *Cynodon dactylon* por 90 dias até serem divididos nos tratamentos. Os bovinos foram abatidos quando a média do grupo atingiu 6,4 mm de gordura subcutânea, o que ocorreu com 172 dias para os animais exclusivamente a pasto, 169, 158, 143, 155 dias para os animais suplementados e respectivamente conforme o nível, e 151 dias para os animais confinados. Ao aumentar a inclusão de milho grão na dieta foi observada tendência linear ($P=0,001$) para diminuição dos dias em alimentação e outra para aumento do GMD e acabamento das carcaças, o que aumentou o peso de carcaça quente. Porém não houve influência na maciez da carne, tanto na força de cisalhamento quanto na análise sensorial.

Pavan; Duckett (2008) realizaram um estudo com 28 novilhos Angus com média de $289 \pm 3,8$ kg de peso inicial para avaliar o efeito da suplementação no desempenho e qualidade de carcaça. Os tratamentos consistiram em duas dietas isocalóricas, uma com suplementação de milho grão a 0,52% do PV (PC) e outra com 0,10% do PV de óleo de milho e 0,45% de

casquinha de soja (PO), além de outros dois tratamentos, somente a pasto (PA) e confinados com relação concentrado:volumoso 85:15 na dieta (C). Nos primeiros 84 dias de experimento, os animais terminados a pasto apresentaram menor GMD em relação aos tratamentos com suplementação, ganho este que foi de 0,49 kg/d. Ainda, os novilhos suplementados com milho grão tiveram maior GMD (0,85 kg/d) do que os animais do tratamento com óleo de milho e casquinha de soja (0,66 kg/d). No entanto, nos últimos 113 dias de pastejo o tratamento PO resultou em maior GMD (1,23 kg/d) do que a terminação a pasto (0,97 kg/d) e suplementação com milho (1,12 kg/d), sendo este último intermediário. Ao analisar o período do experimento no todo, as fontes de suplementação não diferiram estatisticamente quanto ao desempenho animal, mas apresentaram melhores resultados em relação ao tratamento a pasto (0,76 kg/d), sendo que o confinamento apresentou o melhor desempenho (1,79 kg/d). Quanto às características de qualidade de carcaça, os animais confinados obtiveram maior peso de carcaça quente e rendimento, de 319 kg e 61,4%, os tratamentos com suplementação foram intermediários e por último, os animais terminados exclusivamente a pasto apresentaram os menores resultados (215kg e 53,1%). Os autores citam que os animais suplementados apresentaram melhor uniformidade devido a suplementação, porém o confinamento apresentou melhor acabamento e maior peso final.

No estudo de Wright et al. (2015) foram utilizados 32 bovinos Angus x Hereford com peso inicial de $461 \pm 17,4$ kg e 14 meses de idade para avaliar o efeito da suplementação diária de milho em pastejo de leguminosas e gramíneas no desempenho e qualidade de carcaça. O experimento foi conduzido em 2 repetições de um ano, em que em cada ano 16 animais foram submetidos a dois tratamentos, o pastejo de alfafa (*Medicago sativa* cv. Alfagraze 600R) e soja (*Glycine max* cv. Large Lad RR) e pastejo de festuca (*Lolium arundinaceum*) e híbrido de capim sudão (*Sorghum bicolor* cv. Promax BMR Hybrid Sudangrass). Dentro de cada tratamento, uma vez ao ano, quatro animais receberam suplementação de milho grão com 0,75% do PV e quatro permaneceram somente sob pastejo sem suplementação. Os bovinos foram abatidos quando alcançaram o peso médio de 520 kg, o que necessitou de 98 dias no ano 1 e 105 dias no ano 2. Os animais suplementados apresentaram maior GMD (0,90 kg/d vs 0,61 kg/d), peso de carcaça quente (318 kg vs 303) e rendimento de carcaça (59,9% vs 58,5%). Não houve diferença estatística entre tratamentos com leguminosas e gramíneas.

Latimori et al. (2008) avaliaram os efeitos de quatro sistemas de terminação em três diferentes genótipos de novilhos sobre a maciez, marmoreio, acabamento de carcaça e coloração do músculo *Longissimus thoracis* na 13^a costela. Para isso, utilizaram 120 bovinos

Aberdeen Angus, Charolês x Aberdeen Angus, e Holandês Argentino em terminação exclusivamente a pasto, suplementados com milho grão a 0,7% do PV com interrupção entre novembro e fevereiro, suplementação de 1,0% do PV e confinados com dieta composta de milho, feno de alfafa, farelo de soja e suplemento vitamínico-mineral. O experimento foi conduzido entre fevereiro de 2001 e março de 2002. A pastagem utilizada foi consórcio de alfafa (*Medicago sativa*) e festuca (*Festuca arundinacea Schreb*). Não houve diferença estatística para força de cisalhamento entre grupos genéticos e dietas, no entanto, houve para marmoreio em que o genótipo Aberdeen Angus apresentou escore $2,01 \pm 0,41$ e os genótipos Charolês x Aberdeen Angus e Holandês Argentino de $1,73 \pm 0,55$ e $1,63 \pm 0,43$, porém não diferiram entre si. Os valores de pH ficaram dentro do esperado para carne fresca. Quanto a coloração do músculo, o confinamento apresentou o maior valor de L^* ($37,17 \pm 5,03$), único parâmetro CIELab que apresentou diferença estatística.

Duckett et al. (2013) tiveram como objetivo avaliar se o pastejo durante 40 dias de diferentes espécies forrageiras, ou ainda, outra dieta de confinamento, podem alterar a qualidade de carcaça e da carne de novilhos. O estudo foi conduzido durante 3 anos e utilizaram 128 animais Angus cruzados, com peso médio de $270 \pm 3,8$ kg. Os tratamentos consistiram em confinamento, pastejo de alfafa (*Medicago sativa L.*), milheto (*Pennisetum americanum L.*) ou pastagem consorciada composta por *Poa pratensis L.*, *Dactylis glomerata L.*, festuca (*Festuca L.*), trevo branco (*Trifolium repens L.*) e durante a rebrota deste tratamento por triticale (*Triticale hexaploide L.*) ou azevém (*Lolium multiflorum Lam.*). A dieta dos animais em confinamento foi composta de 18% de silagem de milho, 76% milho grão, 5,6% de farelo de soja, 0,14% de calcário, 0,23% de sal mineral e 20.000 UI de vitamina A/dia. Os animais confinados apresentaram maior GMD (1,56 kg/d), seguido do tratamento com pastagem de milheto (1,61 kg/d), e por último, pastagem consorciada (1,11 kg/d) e pastejo de alfafa (1,15 kg/d) que não diferiram entre si. Devido a essa diferença no desempenho o peso de carcaça quente foi maior nos animais confinados quando comparados aos tratamentos com forragem, de 352 kg e 252 kg respectivamente. Além disso, o rendimento de carcaça, acabamento e AOL seguiram a mesma tendência. Entre os tratamentos com forragem, houve diferença estatística para GMD e rendimento de carcaça, em que neste último os tratamentos com pastejo de alfafa e milheto (55% e 54,8%) foram superiores ao de pastagem consorciada (53,4%). Os resultados de força de cisalhamento sugerem que o sistema de terminação não interferiu na maciez da carne, ao menos quando abatidos em idades similares. Quanto à coloração do *Longissimus thoracis*, os animais confinados apresentaram maiores valores de L^* (43,20 vs 40,05). Ao analisar a coloração da gordura subcutânea, os

valores de b^* foram maiores para os animais terminados a pasto (18,52 vs 14,44), o que indica gordura mais amarela e é característica marcante dos carotenóides presentes nas gramíneas (DALEY et al. 2010). Além disso, os animais confinados obtiveram maiores valores de a^* .

Os sistemas de terminação proporcionam diferentes níveis de intensificação da produção e, deste modo, podem ser utilizados conforme a necessidade em cada caso, propriedade, região ou país. No entanto, ao comparar parâmetros de qualidade de carcaça e carne entre bovinos terminados exclusivamente a pasto, a pasto com suplementação e confinados, estes apresentam diferenças. Características como GMD, acabamento, rendimento, peso final, luminosidade e coloração avermelhada da carne tendem a aumentar em bovinos suplementados com milho grão em crescentes níveis até confinados. Porém, animais terminados exclusivamente a pasto apresentam um perfil de ácidos graxos diferenciado, discussão que será aborada nos próximos tópicos.

1.2 Perfil de ácidos graxos da carne bovina

A carne é um importante alimento para a saúde humana, pois fornece aminoácidos essenciais e micronutrientes que estão envolvidos em processos regulatórios do metabolismo energético (BIESALSKI, 2005). Biesalski (2005) cita que estes micronutrientes podem não estar presentes em derivados vegetais ou possuem baixa biodisponibilidade. Além destes importantes nutrientes, ao consumir carne também são ingeridas gorduras, as quais são fontes de energia, também facilitam a absorção das vitaminas A, D, E e K, nomeadas lipossolúveis (DALEY et al. 2010).

Os lipídios representam cerca de 3-5% na composição total do *Longissimus thoracis* sem gordura, o que depende da quantidade de gordura intramuscular. Esta representada na classificação americana pelos "grades", sendo que na classificação "select" apresenta cerca de 3,72% e na "choice" em torno de 5,29% (USDA, 2016). Além disso, os ácidos graxos presentes em maior quantidade em cortes do *Longissimus thoracis*, em relação aos ácidos graxos totais, são os monoinsaturados (MUFA) com aproximadamente 46% do total, seguidos dos ácidos graxos saturados (SFA) com 36% e, por último, os ácidos graxos polinsaturados (PUFA) com 4% (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição nutricional do músculo *Longissimus thoracis* sem gordura classificado como “all grades”.

Nutriente	Participação na composição (%) ¹	Desvio padrão
Água	71,57	0,206
Proteínas	22,66	0,105
Carboidratos (por diferença)	0,04	---
Cinzas	1,06	0,022
Lipídios totais	4,66	0,212
SFA ²	1,683	---
MUFA ³	2,164	---
PUFA ⁴	0,191	---
Colesterol	0,065	2,106

Fonte: United States Department of Agriculture (2016).

¹Participação de cada nutriente na composição total do músculo *Longissimus thoracis* sem gordura.

²*Saturated fatty acids* (SFA) – Ácidos graxos saturados.

³*Monounsaturated fatty acids* (MUFA) – Ácidos graxos monoinsaturados.

⁴*Polyunsaturated fatty acids* (PUFA) – Ácidos graxos polinsaturados.

Ao ramificar os SFA, observa-se maior proporção dos ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), que juntos representam cerca de 90% do total de SFA (Tabela 2) e são os mais abundantes na gordura intramuscular (ALFAIA et al. 2009; GARCIA et al. 2008). Em relação aos MUFA, o ácido graxo mais abundante é o oleico (C18:1) com cerca de 90% e, em sua maioria, está presente na forma C18:1 *cis*-9 que representa aproximadamente 90% da sua totalidade (DUCKETT et al. 2013; WOOD et al. 2008). Entre os PUFA mais importantes estão o Ω -3 ácido linoleico (C18:2) e o Ω -6 α -linolênico (C18:3), considerados ácidos graxos essenciais, e ainda os ácidos graxos de cadeia longa eicosapentaenóico (C20:5) e docosapentaenóico (C22:5) (DALEY et al. 2010).

Tabela 2 - Perfil dos principais ácidos graxos do músculo *Longissimus thoracis* sem gordura classificado como “all grades”.

Componente	Participação na composição (%) ¹	Desvio padrão
------------	---	---------------

SFA²	1,683	
4:0	0,000	---
6:0	0,000	---
8:0	0,000	---
10:0	0,002	---
12:0	0,002	---
14:0	0,115	0,005
16:0	1,011	0,022
17:0	0,056	0,005
18:0	0,491	0,024
20:0	0,001	0,000
24:0	0,007	0,000
MUFA³	2,164	
14:1	0,023	0,001
16:1	0,126	0,008
17:1	0,036	0,002
18:1 (indiferenciado)	1,972	---
18:1 <i>cis</i>	1,757	0,071
18:1 <i>trans</i>	0,215	0,013
20:1	0,007	0,001
PUFA⁴	0,191	---
18:2 (indiferenciado)	0,150	---
18:2 <i>n-6 cis, cis</i>	0,138	0,006
18:2 CLA's ⁵	0,012	0,001
18:3 (indiferenciado)	0,009	---
18:3 <i>n-6 cis, cis, cis</i>	0,009	0,001
20:4	0,031	0,001

20:5 <i>n</i> -3 (EPA) ⁶	0,001	0,000
22:5 <i>n</i> -3 (DPA) ⁷	0,007	---
Ácidos graxos <i>trans</i> totais	0,215	---
Ácidos graxos <i>trans</i> monoenoicos totais	0,215	---

Fonte: USDA (2016).

¹Participação de cada nutriente na composição total do músculo *Longissimus thoracis* sem gordura.

²Saturated fatty acids (SFA) – Ácidos graxos saturados.

³Monounsaturated fatty acids (MUFA) – Ácidos graxos monoinsaturados.

⁴Polyunsaturated fatty acids (PUFA) – Ácidos graxos polinsaturados.

⁵Conjugated linoleic acids (CLA's) – Ácidos linoleicos conjugados.

⁶Eicosapentaenoic acid (EPA) – Ácido eicosapentaenóico.

⁷Docosapentaenoic acid (DPA) – Ácido docosapentaenóico.

De acordo com Daley et al. (2010), o corpo humano não consegue sintetizar estes ácidos graxos essenciais e, consequentemente, devem ser ingeridos através da alimentação, pois são precursores de compostos importantes. Além disso, o excesso de Ω -3 ou Ω -6 pode interferir no metabolismo um do outro, de modo a alterar a proporção de incorporação no tecido adiposo e modificar suas funções biológicas (RUXTON et al. 2004).

De modo geral o perfil de ácidos graxos segue este padrão, porém pode sofrer alterações de acordo com a raça dos animais e, principalmente, com a dieta utilizada no sistema de terminação (GARCIA et al. 2008). Como exemplo, a suplementação com milho grão pode alterar a composição de ácidos graxos que é desejada neste sistema (LATIMORI et al. 2008). Esta alteração ocorre pois as pastagens contém alta concentração de ácido α -linolênico (C18:3), precursor dos ácidos graxos *n*-3, enquanto os concentrados contêm altos níveis de ácido linoleico (C18:2), precursor dos ácidos graxos *n*-6 (GARCIA et al. 2008).

1.3 Diferentes sistemas de terminação e sua influência no perfil de ácidos graxos da carne bovina

Bovinos terminados a pasto tendem a ter maiores porcentagens de SFA, *n*-3 PUFA e ácido linoleico conjugado (CLA) quando comparados a terminados em confinamento, porém menores proporções de gordura intramuscular, MUFA, *n*-6 PUFA e relação *n*-6:*n*-3 (DUCKETT et al. 2013; GARCIA et al. 2008; McAFFEE et al. 2011). Animais terminados a pasto suplementados com milho grão, quando comparados a terminados em confinamento, possuem maiores concentrações de CLA, ácido linolênico, *n*-3 e menor relação *n*-6:*n*-3

(PATINO et al. 2014). Devido a estas características, a terminação a pasto afeta positivamente o perfil de ácidos graxos para a saúde humana (SCHMID et al. 2006). A suplementação moderada pode manter este melhor perfil e ainda auxiliar no acabamento de carcaça que, muitas vezes, é escasso.

No estudo de Patino et al. (2014), animais confinados apresentaram maior proporção de MUFA (48,68%) e menor de SFA (48,59%), comparado a tratamentos com 0 e 0,4% de suplementação com milho grão, resultado provavelmente ligado à menor taxa de biohidrogenação pelas bactérias ruminais. A suplementação em até 0,8% do PV proporcionou maiores concentrações de ácido α -linolênico (C18:3), eicosapentaenoíco (C20:5) e ácidos graxos *n*-3 totais. Além disso, as concentrações de CLA (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) com suplementação até 0,4% do PV foram maiores do que nos animais confinados.

Wright et al. (2015) ao utilizar suplementação de milho grão com 0,75% do PV para bovinos, observaram que os animais suplementados apresentaram maiores quantidades de MUFA (40,89% vs 39,33%) e, ao utilizar análise gravimétrica, as quantidades de *n*-3 PUFA e CLA não foram alteradas. Estes resultados indicam que a suplementação de bovinos com milho grão por até 105 dias na fase de terminação a pasto, na quantidade de 0,75% do PV, não causa grandes alterações nas proporções de ácidos graxos benéficos analisados.

Ao estudar os efeitos de diferentes dietas e genótipos na carne de bovinos, Latimori et al. (2008) não encontraram diferenças significativas entre dietas que variavam de terminação exclusivamente a pasto, suplementação de milho grão com 0,7 ou 1,0% do PV e confinamento, para proporções de SFA. No entanto, o genótipo Holandês Argentino apresentou os menores níveis de SFA ($P<0,05$) e os maiores de MUFA. O tratamento exclusivamente a pasto resultou nas maiores proporções de *n*-3 (2,9%), os tratamentos com suplementação foram intermediários (1,8% e 1,5%) e o confinamento apresentou as menores proporções (0,8%). Porém, os animais confinados obtiveram maiores proporções de *n*-6 (8,1%), enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si. O mesmo pôde ser observado na relação *n*-6:*n*-3, em que o confinamento resultou em uma relação de 14,2, as suplementações de 3,5 e 4,5, e a pastagem apresentou 2,1. Quanto às quantidades de CLA, os tratamentos exclusivamente a pasto e suplementação com 0,7% do PV apresentaram os maiores valores e não diferiram entre si (0,67% e 0,64%), enquanto a suplementação com 1% do PV foi intermediária (0,55%) e os animais confinados obtiveram as menores quantidades (0,28%). Conclui-se que neste estudo, os animais terminados exclusivamente a pasto e terminados com até 0,7% do PV de suplementação proporcionaram carne com melhores características nutricionais.

Duckett et al. (2013) submeteram 128 bovinos a tratamentos com diferentes espécies de pastagens e a confinamento, em experimento de três anos. O sistema de terminação alterou a composição de ácidos graxos do *Longissimus thoracis* e também a quantidade total destes. Animais terminados em pastagens apresentaram menor quantidade de ácidos graxos totais (2,19% vs 6,08%), além de menor concentração de ácido mirístico (C14:0), de 2,43% vs 2,76%, porém maior concentração de ácido esteárico (C18:0) quando comparados aos terminados em confinamento (16,88% vs 13,05%). No entanto, não houve diferença estatística para SFA totais entre os sistemas de terminação. O confinamento resultou em maiores quantidades de ácido oleico (C18:1), de 41,60% vs 32,84%, MUFA (45,91% vs 35,93%) e relação *n*-6:*n*-3 (6,01 vs 1,33), porém menores concentrações de CLA *cis*-9, *trans*-11 (0,26% vs 0,64%) e *n*-3 PUFA (0,56% vs 2,67%), quando comparado aos animais terminados em pastagens.

Com o objetivo de aumentar o acabamento, marmoreio e avaliar o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Holandês, Rosa et al. (2014) utilizaram 33 bovinos com peso inicial de $423 \pm 52,4$ kg em três tratamentos. Estes consistiam em terminação exclusivamente a pasto, a pasto com suplementação de 4 kg/dia ou 8kg/dia de milho moído. A suplementação no nível mais baixo proporcionou maior quantidade de CLA *cis*-9, *trans*-11 (7,5% vs 6,4%) e de ácido oleico (C18:1), enquanto manteve os níveis de linolênico (C18:3) e *n*-3 PUFA. A suplementação de 8 kg/dia foi semelhante estatisticamente para a maioria dos ácidos graxos, apenas houve aumento da relação *n*-6:*n*-3, o que afetaria negativamente o perfil de ácidos graxos da carne. Portanto, o nível de suplementação com milho que apresentou os melhores resultados neste estudo foi o de 4 kg/dia.

Alfaia et al. (2009) realizaram estudo com 32 bovinos da raça Alentejano para elucidar os efeitos de quatro sistemas de terminação no valor nutricional da gordura intramuscular do músculo *Longissimus lumborum*. Os tratamentos foram exclusivamente a pasto, a pasto com suplementação por dois ou quatro meses ou alimentação em confinamento com dieta composta por 70% concentrado e 30% de cubos de melaço. O concentrado era composto por 40% de cevada, 10% de milho, 22% de glúten de milho, 18% de farelo de girassol, 5% de farelo de soja e, por último, 5% de suplemento vitamínico-mineral. Os SFA predominantes foram o palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) com quantidades de 18-23% e 15-18%, respectivamente. O ácido oleico (C18:1) foi o principal MUFA encontrado, em que o isômero C18:1 *cis*-9 representou 20-29%. Quanto aos PUFA, os predominantes foram o linoleico (C18:2) e aracdônico (C20:4 *n*-6) com quantidades de 10-13% e 2-4%, respectivamente. O sistema de terminação teve influência sobre 27 dos 36 ácidos graxos analisados, em que os

ácidos α -linolênico, CLA *trans*-11, *trans*-13, CLA *trans*-11, *cis*-13 e CLA *trans*-11, *trans*-14 foram os compostos mais característicos dos tratamentos a pasto. Portanto, devido aos maiores níveis de *n*-3 PUFA e de CLA, a carne de bovinos terminados a pasto apresentou maior qualidade nutricional. Os tratamentos exclusivamente a pasto e com suplementação por apenas dois meses apresentaram as melhores relações PUFA:MUFA e *n*-6:*n*:3, valores adequados aos recomendados para a dieta humana.

A carne de bovinos terminados a pasto possui melhor perfil de ácidos graxos para a saúde humana, com maiores concentrações de PUFA, ácido linolênico (C18:3) e CLA, maior relação PUFA:MUFA e menor relação *n*-6:*n*:3. Porém, o desempenho e a qualidade das carcaças produzidas nesse sistema podem deixar a desejar. Uma alternativa é a suplementação e entre os tipos de suplemento, o milho grão apresenta bom custo-benefício e é de fácil fornecimento aos animais a campo. Estudos como os de Patino et al. (2014) e Wright et al. (2015) demonstram que suplementar bovinos com milho grão na proporção de 0,7-0,8% do PV durante 90-100 dias aumenta o GMD, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça sem mudanças significativas no perfil de ácidos graxos em relação aos animais terminados exclusivamente a pasto.

1.4 Perfil de ácidos graxos e sua influência na análise sensorial da carne bovina

A maciez e o sabor são as características sensoriais mais importantes na aceitação dos consumidores (FEUZ et al. 2004; ROBBINS et al. 2003). A avaliação da maciez é frequentemente aferida através da força de cisalhamento por meio de equipamentos (*Warner Bratzler*), no entanto, para avaliar diferenças no sabor e suculência é necessária a utilização de painéis sensoriais (BREWER; NOVAKOFSKI 2008). Do mesmo modo que diferentes sistemas de terminação promovem diferentes perfis de ácidos graxos na carne de bovinos (GARCIA et al. 2008), este perfil pode influenciar na análise sensorial.

No estudo de Roberts et al. (2009), ao utilizar painel sensorial treinado, foi determinado o efeito da suplementação a pasto com milho grão para bovinos em diferentes níveis nas características sensoriais de bifes do músculo *Longissimus thoracis*. Os tratamentos com suplementação a 0,5% e 2,0% do PV mostraram melhor maciez e suculência ($P<0,05$), em comparação aos níveis de 1,0% e 1,5% do PV. Os escores para intensidade do sabor e sabor tiveram aumento linear ($P<0,001$) conforme o aumento dos níveis de suplementação. Os autores citam que essa diferença em relação ao sabor parece pouco clara, no entanto, o estudo de Wright et al. (2015) demonstra que o perfil de ácidos graxos tem influência nesta

característica. Fato que não pôde ser comprovado no estudo de Roberts et al. (2009) pois não foi realizada a análise da composição de ácidos graxos da carne.

Os ácidos palmítico ($C16:0; r = 0,51$), palmitoleico ($C16:1; r = 0,43$) e MUFA ($r = 0,51$) possuem correlação positiva com o sabor de carne, enquanto os *n*-3 PUFA ($r = -0,44$) tendem a ter correlação negativa (WRIGHT et al. 2015). Wright et al. (2015) citam que as concentrações de ácido oléico ($C18:1; r = 0,57$) e MUFA ($r = 0,66$) estão positivamente correlacionados com o sabor autêntico de bife grelhado, enquanto os ácidos eicosapentaenóico ($C20:5; r = 0,81$), docosapentaenóico ($C22:5; r = 0,58$) e *n*-3 PUFA ($r = 0,69$) possuem correlação alta e positiva com o sabor associado a matéria vegetal, como capim cortado fresco, salsa e espinafre. Geralmente os PUFA possuem correlação negativa e os MUFA positiva com o escore para sabor da carne (DUCKETT et al. 1993). Ou seja, o produto com maior quantidade de PUFA e que teria melhor perfil de ácidos graxos para a saúde humana tem tendência a apresentar sabor inferior ao com maior proporção de MUFA, que em excesso, pode ser prejudicial à saúde.

Wright et al. (2015) realizaram análise sensorial com painel descritivo para avaliar o sabor e textura da carne de bovinos terminados exclusivamente a pasto ou com suplementação de milho grão a 0,75% do PV. Para isso, utilizaram bifes do *Longissimus thoracis* de 16 animais em duplicata. Os bifes de animais suplementados apresentaram maior maciez e suculência, além de menor sabor de couro. Sabor este que é característico de mofo, couro antigo, como encadernação de livros antigos, que tem como referência o aroma do 2,3,4-trimetoxibenzaldeído (ADHIKARI et al. 2011).

Duckett et al. (2013) utilizaram bifes do *Longissimus thoracis* de 94 animais em duplicata para realizar, no primeiro ano, painel sensorial treinado e, no segundo, painel sensorial treinado descritivo. No primeiro foram avaliadas características como a suculência, maciez inicial, maciez geral, sabor e *off-flavor*. No painel descritivo foram avaliados escores para sabor e textura, os quais possuíam escalas que permitem maior sensibilidade e também foram validos sabores característicos como de órgãos, ranço, ácidos cítricos, etc. O objetivo foi analisar o sabor e textura da carne de bovinos terminados em pastagens consorciadas, de alfafa, milheto ou terminados em confinamento. No primeiro ano, ao comparar os sistemas de terminação em forragem e em confinamento, foi observado que a carne de animais confinados apresentou maiores valores para intensidade do sabor e menor intensidade de sabor não característico. Ao analisar o painel treinado descritivo realizado no segundo ano, os resultados de intensidade do sabor seguiram a mesma tendência e apresentaram maior maciez. A carne de animais terminados a pasto apresentou maiores escores para sabor de carne de órgãos,

sabor típico de ácidos cítricos na água, aroma não característico e para percepção de partículas finas e macias distribuídas dentro do produto.

Além dos painéis sensoriais treinados e treinados descritivos, há o painel sensorial de consumidores, que mede diretamente a aceitabilidade do mercado a determinado tipo de carne. É comumente aceito que a maciez é o primeiro fator determinante da satisfação dos consumidores (BROOKS et al. 2010). Além disso, estudos mostram que consumidores podem diferenciar eficientemente amostras de carne quanto a maciez (WHEELER et al. 2002; WYLE et al. (2003) e características palatáveis (BROOKS et al. (2010). Fatores que comprovam a eficiência e confiabilidade da utilização deste tipo de painel, além de possibilitar a coleta de resultados diretamente com quem consome a carne e determina a demanda do mercado.

Lucherk et al. (2016) realizaram estudo que comparou resultados de painel treinado e painel de consumidores com 428 participantes. Verificaram que as avaliações dos consumidores para características de palatabilidade específicas foram semelhantes às avaliações do painel treinado. Ademais, a aceitabilidade geral dos consumidores apresentou correlações altas e positivas com o sabor ($r = 0,90$), maciez ($r = 0,89$) e suculência ($r = 0,81$), o que demonstra a acurácia do painel. Ainda, esta aceitabilidade geral teve correlação com o painel treinado para maciez ($r = 0,65$) e suculência ($r = 0,43$).

A maioria dos ácidos graxos possui efeitos variáveis na palatabilidade da carne, mas o ácido oléico (C18:1) e MUFA possuem correlação positiva consolidada com o sabor (DUCKETT et al. 1993; GARMYN et al. 2011; WRIGHT et al. 2015). Além de que na análise sensorial, os PUFA são correlacionados negativamente com maciez e suculência, enquanto os MUFA possuem correlação positiva com a maciez (ELLIES-OURY et al. 2016). Isso tende a ocorrer pois a carne de animais terminados a pasto possui maior proporção de PUFA e, geralmente, é associada com menor acabamento e gordura intramuscular do que animais terminados em sistemas com dietas ricas em grãos. Ellies-Oury et al. (2016) citam que a gordura intramuscular é composta na sua maioria por triacilgliceróis que são formados por SFA e, como os PUFA compõe principalmente fosfolipídios, o aumento da deposição de gordura intramuscular não está correlacionada com o aumento de PUFA.

1.5 Considerações finais

A suplementação a pasto na fase de terminação é uma alternativa para melhorar as características de desempenho e qualidade de carcaça de bovinos, quando comparada à terminação exclusivamente a pasto. O confinamento pode apresentar melhores resultados nestes parâmetros, no entanto, há uma profunda mudança no perfil de ácidos graxos da carne. A suplementação a pasto com milho grão pode proporcionar características de qualidade de carcaça intermediárias entre terminação exclusivamente a pasto e em confinamento, e ainda, manter o perfil de ácidos graxos benéfico a saúde humana da terminação a pasto.

1.6 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar se a suplementação energética a pasto com milho grão promove diferença na composição de carcaça, características sensoriais e físicas-químicas, bem como melhor qualidade de carne em novilhos Angus.

2 CAPÍTULO II

2.1 ARTIGO I

Carcass and meat quality of young Angus steers finished exclusively grass-fed or supplemented

Autores: Idacir Antonio Santin Junior, Horacio Luis de Lima, Bruna Ferronato Landskron, Maisa Chiocca, Aline Zampar e Diego de Córdova Cucco.

De acordo com normas para publicação em:

animal

The International Journal of Animal Biosciences

Carcass and meat quality of young Angus steers finished exclusively grass-fed or supplemented

I. A. Santin Jr¹, H. L. Lima¹, B. F. Landskron¹, M. Chiocca¹, Aline Zampar¹ and D. C. Cucco¹

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, (UDESC; Rua Beloni Trombeta Zanin, 680, CEP: 89815-630, Chapecó, SC), Brazil

Corresponding author: Idacir Antonio Santin Junior. Email:idacirsantin@gmail.com

Short title: Carcass and meat quality of beef from Angus steers

Abstract

Brazil has a large variety of beef cattle production systems with different technology levels. When the producers supplement the animals, the corn grain is an ingredient used often. The objective of this study was to evaluate the carcass and meat quality traits of beef from young Angus steers raised exclusive on pasture or finished with corn grain supplementation at 0.8% of the BW. After weaning (7 ± 1 months of age), 20 grazing Aberdeen Angus steers were kept grazing in winter pasture composed of oat (*Avena strigosa*), ryegrass (*Lolium multiflorum*) and clovers (*Trifolium repens*). Subsequently, after the winter were moved to native pastures improved with fescue (*Festuca arundinacea*) and clovers (*Trifolium repens*). When the first group of 10 animals reached the average of 450 kg of LW and 3 mm of fat thickness (15 months of age), began the supplemented period of the second group. The energetic supplementation was composed of corn grain at 0.8% of the BW per day until the animals reached the same slaughter requirements (68 days). The *Warner-Bratzler* shear force ($P=0.0001$), *Longissimus* muscle width ($P<0.0001$) and ribeye area ($P<0.0001$) were higher on grass-fed beef. However, corn supplemented finishing showed greater results for dressing percentage ($P<0.0001$), subcutaneous fat thickness ($P<0.0001$), marbling ($P<0.0001$) and muscle ($P=0.0033$) scores. Hot carcass weight (HCW), *Longissimus* muscle depth and fat score were not affected by the finishing system. The grass-fed treatment showed higher pH ($P=0.0483$) and temperature ($P=0.0005$) evaluated at slaughter (0h) and 24 hours after slaughter (24h) ($P=0.0256$; $P<0.0001$). Nonetheless, results did not show differences for pH and temperature evaluated at 48 hours and for water holding capacity. Supplemented animals had a smaller amount of exudation losses ($P<0.0001$), but lost more weight in the cooking

process ($P<0.0001$). Finishing system did not impact fat color traits at the slaughter moment (0h), except lightness (L^* ; $P=0.0234$). Grass-fed showed higher values for red-green color parameter (a^*) than corn supplemented on fat at 24h ($P=0.0439$), but lower hue angle ($P=0.0418$). At 24 hours after slaughter, all the *Longissimus* muscle color parameters were lower on corn supplemented finishing than exclusive grass-fed. After 48 hours of slaughter, this situation turns over and all the traits were lower on pasture-fed, except for a^* that did not differ. The energetic supplementation provided higher standardization and uniformity of carcasses, mainly related to fat deposition in the finishing period, even the supplemented animals being those who had lower performance potential and took longer to reach the slaughter requirements.

Keywords: Supplementation, corn grain, pasture, physical-chemical characteristics, bovine meat

Implications

Consumers are each more aware that the animal's diet can have a profound impact on the nutrient content of its products. Beef from grass-fed cattle is a market niche growing due to the healthier aspects of this meat compared to other production systems. Energetic supplementation can support the farmers to finish the animals with the requirements demanded and is important to measure its effects on carcass and meat characteristics. On this way, is essential verify if the beef produced grass-fed with supplementation can keep the healthier aspects desirable to the market niche and provide better carcasses. As well as contribute to increase farmer profits due to the industry bonuses.

Introduction

Brazil has a large environment diversity, as well as a great variety of beef cattle production systems (Ferraz and Felicio, 2010). There are production systems with genetic improvement programs, intensive forage management, and strategic supplementation just as feedlot and health control (Rosado Júnior & Lobato, 2010). Nonetheless, there are substandard beef cattle production systems, which lowest technology use and low productivity indexes (Lobato *et al.* 2014).

Not only in Brazil, but in the entire South America, beef producers occasionally supplement grass-fed cattle with energy supplements for boost animal performance (Del Campo *et al.* 2008; Latimori *et al.* 2008; Detmann *et al.* 2014). Mostly common supplement

is corn grain at different levels (Wright *et al.* 2015). The corn grain supplementation can improve animals' performance, carcass traits and increase stocking rate (Pavan and Duckett, 2008; Roberts *et al.* 2009; Detmann *et al.* 2014; Patino *et al.* 2014). However, it can lead to modifications on beef fatty acids profile (Latimori *et al.* 2008).

Consumer markets for grass-fed beef tended to increase, due to desirable nutritional traits for human health comparing to beef of more intensive production systems. Characteristics such as better saturated fat acids (SFA's) profile, higher levels of polyunsaturated fatty acids (PUFA's) and n-6:n-3 lower ratios (Schmid *et al.* 2006; Garcia *et al.* 2008; Latimori *et al.* 2008; Daley *et al.* 2010; McAfee *et al.* 2011; Duckett *et al.* 2013).

The objective of this study was to evaluate the carcass and meat quality, physical-chemical characteristics and color parameters of beef from young Angus steers raised exclusive on pasture or, for those who took longer to reach the slaughter requirements, finished with corn grain supplementation at 0.8% of the BW.

Material and methods

The experiment was conducted at Otacílio Costa city, state of Santa Catarina, Brazil ($27^{\circ}32'06.0''S$ $49^{\circ}57'53.4''W$). According to Koppen-Geiger classification, the local weather is Cfb and represents the humid temperate climate with temperate summer. The average altitude is 871 meters, temperature average of 16.3° C with 8.8° C variation during the year and average annual rainfall of 1519 mm with 72 mm difference between the most drys and raining months.

After weaning, nearby to 7 ± 1 months of age (April, autumn), 20 grazing Aberdeen Angus steers were separated in two finishing systems: exclusive on pasture and supplemented with corn grain. All the animals were kept grazing in winter pasture composed of oat (*Avena strigosa*), ryegrass (*Lolium multiflorum*) and clovers (*Trifolium repens*) (October, spring). Subsequently, after the winter were destined to native pastures improved with fescue (*Festuca arundinacea*) and clovers (*Trifolium repens*) until the first group of 10 animals reached the average of 450 kg of BW and 3 mm of fat thickness measured by ultrasound at *Longissimus thoracis* between 12th and 13th ribs (December, spring), what occurred at 15 months of age.

At the time of the first group slaughter began the supplemented period of the second group, which was realized with corn grain in the proportion of 0.8% of the BW per day until the animals reached the same slaughter requirements (February, summer), what occurred at 17 months of age and the supplementation period was from 68 days.

Slaughter measurements and sampling procedures

The slaughter occurred in commercial slaughterhouse audited by sanitary inspection agreeing to current slaughter proceedings and animal welfare laws. Left half carcasses were graded to fat and muscle scores according to the National Carcass Grading System (BRASIL, 1989). The muscle score was based on visual valuation of the muscle mass development (1 to 5 scale). Fat score was based on the carcass degree of finishing and fat deposition (1 to 5 scale). All the other procedures were done according to American Meat Science Association (AMSA) (1995; 2015) recommendation.

Carcass temperature and pH were measured shortly after the slaughter (0h) and 24 hours later (24h) in the section between the 12th and 13th ribs, using a digital pH meter (TESTO 205, Brazil) with penetration probe for both pH and temperature. The dressing percentage was calculated from the hot carcass weight relative to final body weight.

After chilling, a 2.54 cm (1") of thickness slice between 12th and 13th ribs of the left half carcass was cut. In this section of the *Longissimus thoracis* muscle were done measurements of color, muscle depth and width, ribeye area and subcutaneous fat thickness. Moreover, according to United States Department of Agriculture (USDA) marbling grading system (AMSA, 2001), was assigned a marbling degree for each sample. For subsequent laboratorial analysis, the *Longissimus* muscle samples were individually vacuum packed and chilled in temperatures among 0 to 8°C for 24 hours.

Laboratorial analysis

The samples were exposed to air during 30 minutes before start the analysis at room temperature (23°C). After this, were measured pH, temperature, color and water holding capacity according to methodology proposed by Cañeque and Sañudo (2005). Exudation losses percentage were performed due to the exudate weight divided per sample total weight, and then, multiplied by 100.

For cooking losses determination, the samples were weighed and cooked on electric grill until reach the internal temperature of 71°C measured through metal-tipped thermometer, procedures according to AMSA (2015). Subsequently, the samples were submitted to cooling down to room temperature (23°C) and weighed again. The difference among raw weight to cooked weight divided by raw weight and next multiplied by 100 was the cooking losses percentage.

Cylindrical subsamples with diameter of 1.27 cm (½") were extracted, parallel to the longitudinal orientation of the muscle fibers, to analyze for tenderness using a Warner-

Bratzler shear force apparatus (TA.XT.Plus, Brazil). The average of 8 cylinders for each sample was considered and the results obtained in kg/cm².

Instrumental color

Instrumental color measurements were recorded for L^* (lightness), a^* (redness/greenness) and b^* (yellowness/blueness) using a Minolta Chroma meter (CR-400, Minolta Inc., Osaka, Japan). Subcutaneous fat color measures were obtained in three points between the 12th and 13th ribs of the carcass at 0 and 24 hours after slaughter. Steak color measurements were done in cut samples from the same carcass section 24 hours after slaughter and 48 hours in laboratory after chilled in temperatures between 0 and 8° C and 30 minutes exposition to air. All the measures were taken in triplicate and averaged. The Chroma and Hue angle (degrees) were calculated according to the respective formulas: $C = (a^2 + b^2)^{0.5}$; $H = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right)$.

Statistical analysis

The statistical analysis was performed using SAS v.9.2 (Statistical Analysis System, 1999), GLM procedure. The data were submitted to analysis of variance using the Fisher-Snedcor test and if $P < 0.05$ was considered differences among the two treatments. Fat score, muscle score and water holding capacity did not follow a normal distribution of data and were submitted to Kruskal-Wallis non-parametric test at 5%.

Results

The grass-fed animals showed higher Warner-Bratzler shear force, *Longissimus* muscle width and ribeye area than finished with corn supplementation. However, corn supplemented finishing presented higher results for dressing percentage, subcutaneous fat thickness, marbling and muscle scores. Finishing system did not affect hot carcass weight (HCW), *Longissimus* muscle depth and fat score (Table 1). The coefficient of variation was superior on grass-fed animals for all the traits evaluated.

The pH and temperature evaluated at slaughter (0h) and 24 hours later (24h) were higher in pasture-fed than corn supplemented finishing (Table 2). Beef from supplemented animals had a smaller amount of exudation losses, however, lost more weight in the cooking process. Results did not show differences for pH and temperature evaluated at 48 hours after slaughter and for water holding capacity.

At the slaughter moment (0h), finishing system did not impact fat color traits, except lightness (L^*). On the other hand, at 24h grass-fed presented higher values for red-green color

parameter (a^*) than corn supplemented, but lower hue angle (Table 3). Related to *Longissimus* muscle color at 24 hours after slaughter, all the color parameters were lower on corn supplemented finishing than exclusive grass-fed. Nevertheless, this situation turns over at 48 hours after slaughter, which all the traits were lower on pasture-fed, except for a^* that did not differ.

Discussion

Patino *et al.* (2014) utilized ¾ Aberdeen Angus ¼ Charolais cattle of 16-20 months of age and the results agree with ours for HCW, which no differences were observed comparing corn supplementation levels (0.4%; 0.8% e 1.2% of BW) with pasture-only. However, in our study was found a tendency for higher HCW on supplemented animals ($P=0.0604$). Pavan and Duckett (2008) and Wright *et al.* (2015) when supplemented beef cattle with corn at 0.52% and 0.75% of the body weight, respectively, noted that grass-fed animals presented lower HCW. Roberts *et al.* (2009) supplemented British cattle with 10-13 months of age and found a linear increasing according to the corn supplementation level (0.0% to 2.0% of the BW) for HCW and dressing, as well as quadratic effect for ribeye area until 1.5% of supplementation.

In our study, the grass-fed *Longissimus* muscle width possibly lead to increased ribeye area, provided that for depth was no differences. Measurements that has been used for many years since Hirzel and Rose (1941) to predict carcass muscularity. Moreover, according to Richardson *et al.* (2011), animals with greater potential to convert feed in weight gain are susceptible to show higher ribeye area gains and, consequently, higher total area of this muscle comparing to less efficient animals. In the same way, Nkrumah *et al.* (2007) found strong negative genetics correlations for residual feed intake with carcass *Longissimus* muscle area. This may be happened in our experiment, which the first group of animals to reach the slaughter requirements, as a result of superior weight gain potential, showed higher ribeye area compared to those who took longer to finish.

Opposing to our results, Pavan and Duckett (2008) used Angus steers with initial weight of 289 ± 3.8 kg and Wright *et al.* (2015), which utilized Angus x Hereford cattle with 461 ± 17.4 kg and 14 months of age, did not find changes on ribeye area, subcutaneous fat thickness and marbling score. Also in contrast to our trial, Wright *et al.* (2015), Roberts *et al.* (2009) and Latimori *et al.* (2008) observed no differences for Warner-Bratzler shear force. The changes on WBSF between treatments may be influenced by external factors such as diet, growth rate and animals' age (Del Campo *et al.* 2008). Due to the variation coefficient, the corn supplementation lead to more uniform carcasses, mainly related to fatness.

The values of beef pH were in the normal range for fresh meat. Realini *et al.* (2004), Latimori *et al.* (2008) and Patino *et al.* (2014) have not found modifications on pH values comparing pasture-fed, with levels of corn supplementation or feedlot. However, Latimori *et al.* (2008) used different genetic groups and a supplementation interruption, while Realini *et al.* (2004) utilized Hereford steers and a feedlot diet with 50% corn silage. Besides that, in our study the grass-fed higher pH might be a consequence of inferior level of gluconeogenic substrates available paralleled with a corn supplemented diet, resulting in lower muscle glycogen levels. Del Campo *et al.* (2008) also found higher pH values for grass-fed carcasses, but comparing to feedlot and using Hereford steers slaughtered with at least 6 mm of fat covering.

Temperature values also were in the expected range, but the results contrast to Del Campo *et al.* (2008), which it was higher in the carcass of supplemented animals than pasture. In addition, Realini *et al.* (2004) presented higher carcass temperature values for feedlot comparing to grass-fed.

In our study, supplemented animals had lower exudate losses, but higher cooking losses percentage. Agreeing to McKillip *et al.* (2017) experiment, according to American beef classification on select, choice and prime, which also indicates higher marbling scores and consequently, inferior shear force values, more tender beef tended to present increased cooking losses. Also, the elevated cooking losses are associated to the degree of doneness adopted in our study and recommended by the American Meat Science Association (AMSA) (2015). Dissimilar, Patino *et al.* (2014) did not find differences for exudation and cooking losses.

In the Patino *et al.* (2014) study, were not observed differences for fat color parameters in the slaughter moment (0h). On the other hand, in ours experiment grass-fed presented higher values for lightness (L^*) than supplemented with corn. Del Campo *et al.* (2008) showed the same results for L^* , but supplementing with 1.2% of the BW. In the same way Realini *et al.* (2004), but comparing grass-fed to concentrate fed animals. In the *Longissimus* muscle, Latimori *et al.* (2008) presented equal results for color parameters, however, contrasting animals fed pasture and supplemented to feedlot. Due to the hue angle values, fat color at 24h from supplemented animals showed to be more yellow than grass-fed only. It might relate to the animals grazed more 68 days than the first group and this yellow color is related to grass beta-carotenes (Daley *et al.* 2010). This color theory is also applicable to Realini *et al.* (2004) study, which results showed that in subcutaneous fat from cattle finished on pasture, b^* values indicated more yellowness than concentrate finished animals.

According to color parameters, corn grain supplemented beef in *Longissimus* muscle at 24h showed a darker color than grass-fed, which do not agree with the theory that increased fat thickness provide slower cooling rate and among other factors, a brighter meat (Mancini and Hunt, 2005). Incidentally, it confirms that carcasses' position or handling in the cold chamber influenced the results. After vacuum packed, more 24 hours chilled in temperatures between 0 and 8°C and 30 minutes exposition to air for laboratorial analysis, the colors parameters changed to normal. Color parameters of *Longissimus* muscle at 48h showed a brighter and redder meat than exclusive grass-fed.

In conclusion, the finishing system influenced dressing, subcutaneous fat thickness, marbling, fat and muscle color, muscle score, tenderness and most of physical-chemical characteristics evaluated. The energetic supplementation provided higher standardization and uniformity of carcasses, mainly related to fat deposition in the finishing period, even the supplemented animals being those who had lower performance potential and took longer to reach the slaughter requirements.

Acknowledgements

The authors thank to Fazenda Buffalo, Santa Catarina State University and also to CAPES/FAPESC for the funding source (code 001).

Declaration of interest

There is no conflict of interest.

Ethics statement

The Animal Ethics Committee (CEUA-UDESC nº 5460090817) approved the project and proceedings.

References

- AMSA 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat. Chicago, IL: American Meat Science Association.
- AMSA 2001. Meat evaluation handbook. Savoy, IL: American Meat Science Association.
- AMSA 2015. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat. Chicago, IL: American Meat Science Association.
- Brasil. Ministério da Agricultura. Portaria n. 612, de 05 de outubro de 1989.

- Bligh EG and Dyer WJ 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 37, 911-917.
- Cañeque V and Sañudo C 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid, Spain.
- Daley CA, Abbott A, Doyle PS, Nader GA and Larson S 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain fed beef. Nutrition Journal 9, 10-21.
- Del Campo M, Brito G, Soares de Lima JM, Vaz Martins D, Sañudo C, San Julián R, Hernández P and Montossi F 2008. Effects of feeding strategies including different proportion of pasture and concentrate, on carcass and meat quality traits in Uruguayan steers. Meat Science 80, 753-760.
- Detmann E, Valente EEL, Batista ED and Huhtanen P 2014. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. Livestock Science 162, 141-153.
- Duckett SK, Neel JPS, Lewis RM, Fontenot JP and Clapham WM 2013. Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality. Journal of Animal Science 91, 1454-1467.
- Ferraz JBS and Felício PE 2010. Production systems: An example from Brazil. Meat Science 84, 238-243.
- Garcia PT, Pensel NA, Sancho AM, Latimori NJ, Kloster AM, Amigone MA and Casal JJ 2008. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. Meat Science 79, 500-508.
- Hartman L and Lago RCA 1973. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Laboratory Practices 22, 475-476.
- Hirzel R and Rose GA 1941. Factors Quality in Mutton and Beef. Canadian Journal of Comparative Medicine 8, 214-228.
- Latimori J, Kloster AM, García PT, Carduza FJ, Grigioni G and Pensel NA 2008. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. Meat Science 79, 463-469.
- Lobato JFP, Freitas AK, Devincenzi T, Cardoso LL, Tarouco JU, Vieira RM, Dillenburg DR and Castro I 2014. Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. Meat Science 98, 336-345.
- McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Fearon AM, Moss BW, Beattie JAM, Wallace JMW, Bonham MP and Strain JJ 2011. Red meat from animals offered a grass diet

- increases plasma and platelet *n*-3 PUFA in healthy consumers. British Journal of Nutrition 105, 80-89.
- Nkrumah JD, Basarab JA, Wang Z, Li C, Price MA, Okine EK, Crews Jr DH and Moore SS 2007. Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. Journal of Animal Science 85, 2711-2720.
- Patino HO, Medeiros FS, Pereira CH, Swanson KC and McManus C 2014. Productive performance, meat quality and fatty acid profile of steers finished in confinement or supplemented at pasture. Animal 9, 966-972.
- Pavan E and Duckett SK 2008. Corn oil or corn grain supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue I: Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass quality. Journal of Animal Science 86, 3215-3223.
- Realini CE, Duckett SK, Brito GW, Dalla Rizza M and De Mattos 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. Meat Science 66, 567-577.
- Richardson EC, Herd RM, Oddy VH, Thompson JM, Archer JA and Arthur PF 2001. Body composition and implications for heat production of Angus steers progeny of parents selected for and against residual feed intake. Australian Journal of Experimental Agriculture 41, 1065-1072.
- Roberts SD, Kerth CR, Braden KW, Rankins Jr DL, Kriese-Anderson L and Prevatt JW 2009. Finishing steers on winter annual ryegrass (*Lolium multiflorum Lam.*) with varied levels of corn supplementation I: Effects on animal performance, carcass traits, and forage qualityTitle of article. Journal of Animal Science 87, 2690-2699.
- Rosado Jr A and Lobato JFP 2010. Implementation of a performance indicators system in a beef cattle company. Revista Brasileira de Zootecnia 39, 1372-1380.
- Schmid A, Collomb M, Sieber R and Bee G 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. Meat Science 73, 29-41.
- Wright AM, Andrae JG, Fernandez Rosso C, Miller MC, Pavan E, Bridges W and Duckett SK 2015. Effect of forage type with or without corn supplementation on animal performance, beef fatty acid composition, and palatability. Journal of Animal Science 93, 5047-5058.

Tables**Table 1** Carcass and meat quality traits from beef of Angus steers finished grass-fed only or with corn supplementation

	Grass-fed	VC (%)	Corn supplemented	VC (%)	P-value
HCW	221.90	5.41	230.75	3.84	0.0604
Dressing (%)	49.00 ^b	2.36	52.08 ^a	1.91	<0.0001
Subcutaneous fat thickness (mm)	4.00 ^b	23.57	5.59 ^a	8.81	<0.0001
Ribeye area (cm ²)	71.19 ^a	9.52	55.92 ^b	7.28	<0.0001
<i>Longissimus</i> muscle depth (cm)	6.30	10.71	6.25	9.94	0.8444
<i>Longissimus</i> muscle width (cm)	14.90 ^a	5.88	12.83 ^b	3.03	<0.0001
Warner-Bratzler shear force (kg/cm ²)	6.80 ^a	24.80	4.17 ^b	20.04	0.0001
Marbling score	1.10 ^b	28.75	2.33 ^a	21.10	<0.0001
Fat score	3.20	24.65	3.08	16.70	0.5995
Muscle score	2.30 ^b	21.00	3.00 ^a	14.21	0.0033

P-value = probability; marbling score = 1 slight, 2 small, 3 modest, 4 moderate, 5, slightly abundant, 6 moderately abundant; fat score = 1 to 5 scale; muscle score = 1 to 5 scale.

^{a,b} Values within a row with different superscripts differ significantly.

Table 2 Physical-chemical characteristics of beef from Angus steers submitted to grass-fed only or corn supplementation finishing

	Grass-fed	VC (%)	Corn supplemented	VC (%)	P-value
pH 0h	6.79 ^a	2.79	6.62 ^b	2.68	0.0483
pH 24h	5.88 ^a	4.48	5.68 ^b	1.87	0.0256
pH 48h	5.10	6.20	5.33	9.23	0.2039
Temperature 0h (°C)	37.60 ^a	2.89	35.47 ^b	3.66	0.0005
Temperature 24h (°C)	4.50 ^a	10.68	3.07 ^b	8.50	<0.0001
Temperature 48h (°C)	17.33	7.11	16.31	12.77	0.1883
Water holding capacity (%)	18.86	23.81	17.38	20.82	0.4014
Exudation losses (%)	3.70 ^a	13.05	0.75 ^b	82.88	<0.0001
Cooking losses (%)	22.53 ^b	23.31	26.19 ^a	36.90	<0.0001

P-value = probability;

^{a,b} Values within a row with different superscripts differ significantly.

Table 3 Muscle, meat and fat color traits from beef of Angus steers finished grass-fed only or with corn supplementation

	Grass-fed	VC (%)	Corn supplemented	VC (%)	P-value
Fat 0h					
L*	67.56 ^a	4.93	64.11 ^b	5.07	0.0234
a*	2.81	23.59	2.62	34.95	0.5901
b*	16.24	21.45	18.24	22.22	0.2336
Chroma	16.51	20.37	18.46	21.66	0.2369
Hue angle	79.51	5.07	81.41	4.25	0.2469
Fat 24h					
L*	67.01	5.58	66.26	3.18	0.5592
a*	5.87 ^a	37.57	4.27 ^b	29.09	0.0439
b*	18.36	25.04	19.46	18.39	0.5367
Chroma	19.48	21.36	19.97	17.63	0.7704
Hue angle	71.02 ^b	12.89	77.37 ^a	5.14	0.0418
<i>Longissimus</i> muscle					
24h					
L*	40.23 ^a	4.51	34.95 ^b	3.88	<0.0001
a*	19.94 ^a	7.92	15.38 ^b	9.33	<0.0001
b*	11.04 ^a	6.44	7.08 ^b	15.36	<0.0001
Chroma	22.80 ^a	7.26	16.93 ^b	10.23	<0.0001
Hue angle	29.00 ^a	4.42	24.60 ^b	6.69	<0.0001
<i>Longissimus</i> muscle					
48h					
L*	36.60 ^b	8.46	38.83 ^a	2.09	0.0257
a*	15.33	9.21	16.19	6.47	0.1196
b*	6.61 ^b	15.36	8.13 ^a	13.00	0.0028
Chroma	16.70 ^b	10.01	18.13 ^a	6.93	0.0336
Hue angle	23.24 ^b	7.01	36.61 ^a	9.31	0.0015

P-value = probability; L* = color parameter lightness; a* = color parameter red-green; b* = color parameter yellow-blue; Chroma = $C = (a^2 + b^2)^{0.5}$; Hue angle = $H = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right)$.

^{a,b} Values within a row with different superscripts differ significantly.

2.2 ARTIGO II

Validation of consumer sensory panel with meat from young Angus steers reared on pasture or supplemented with corn

Autores: Idacir Antonio Santin Junior, Fernanda Bottin, Aline Zampar, Diego de Córdova Cucco.

De acordo com normas para publicação em:

Journal of Sensory Studies

Title

VALIDATION OF CONSUMER SENSORY PANEL WITH MEAT FROM YOUNG ANGUS STEERS REARED ON PASTURE OR SUPPLEMENTED WITH CORN

Short title

VALIDATION OF SENSORIAL ANALYSIS BY CONSUMERS WITH BEEF

Authorship

IDACIR ANTONIO SANTIN JUNIOR^{1,2}; FERNANDA BOTTIN¹; ALINE ZAMPAR¹; DIEGO DE CÓRDOVA CUCCO¹;

¹Santa Catarina State University – UDESC, Departamento de Zootecnia, Chapecó, SC, Brazil.

²Corresponding author. TEL: +55 (49) 98435-5505; EMAIL: idacirsantin94@gmail.com

Acknowledgments

The authors thank to Fazenda Buffalo, Santa Catarina State University and also to CAPES/FAPESC for the funding source (code 001).

Conflict of Interest Statement

There is no conflict of interest.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the efficiency of consumer panel method in front of the sensory characteristics evaluated. In addition, determine the general acceptability of beef from Angus steers finished exclusive in pasture or supplemented with corn. A brief survey about the consumer preference related to beef consumption was conducted. The mean age was 25.05 ± 8.58 years old and 109 consumers joined this study, which 46.79% were male and 53.21% female. Five parameters were evaluated: aroma, flavor, juiciness, tenderness and general acceptability. Besides the two treatments, one replicate of the treatment with energetic supplementation was added to measure the repeatability of consumer panel method through the traits evaluated. Statistical differences were not found for flavour and juiciness. Aroma results showed that untrained consumers are not capable to evaluate this aspect. Supplemented animals beef showed greater results for tenderness and general acceptability than grass-fed. Tenderness strongly affected the overall score. In conclusion, consumers showed repeatability evaluating the sensory traits, except aroma.

Practical Applications

This study confirmed the untrained consumer abilities to evaluate the different beef sensory aspects and complemented the results of related experiments about it. Thus, it has great impact on consumer beef acceptance, which the meat chain could focus to produce beef with determined aspects that are essential to consumers. In addition, our study is important to understand the product acceptance in the market.

Keywords

Beef; consumer evaluation; method repeatability validation; sensory aspects.

Introduction

Beef tenderness and flavour are the most important sensory characteristics in consumer acceptance (Brewer & Novakofski, 2008; Brooks et al., 2010; Feuz, Umberger, Calkins, & Sitz, 2004). Tenderness is often measured by *Warner Bratzler* shear force (Brewer & Novakofski, 2008; Lucherk et al., 2016), however, to analyze aroma, flavor and juiciness its practice to realize the sensory panels. Nevertheless, chemical sensor systems newly developed enable the recognition of complex odors and aromas, called electronic “noses”(Ghasemi-Varnamkhasti, Mohtasebi, Siadat, & Balasubramanian, 2009).

The consumer panel is composed from a group of people who evaluate the product aspects and, in this study, to evaluate beef. Descriptive sensory panels evaluate pre-determined flavours like the methodology described by Adhikari et al. (2011). Consumer panels detect differences in aspects like aroma, tenderness, juiciness and mainly overall acceptability, which is highly influenced by tenderness (Brewer & Novakofski, 2008).

Consumer sensory evaluations measure directly the market acceptability to different varieties of beef and the demand for unique quality products. This kind of panel is frequently used to set the satisfaction and acceptability between samples (Muñoz, 1998). In addition, it's also applied to confirm if the differences obtained in the objective methods evaluations can be detected by consumers (Wheeler, Shackelford, & Koohmaraie, 2004). Trained and descriptive trained panels are utilized with specific purposes due to the accuracy and reliability at evaluate samples. However, it requests training, evaluators' experience, and aim mostly small differences between samples, which the common and relevant alterations found could be detected by consumers. Besides that, aspects evaluated in trained panels cannot have such importance to consumer, for example the descriptive differentiation among flavours like liver,

leather, asparagus, floral, etc., which overall acceptability possibly is the most important characteristic in a consumption level.

The objective of this study was to evaluate the efficiency of consumer panel method in front of the sensory characteristics evaluated. In addition, determine the overall acceptability of beef from Angus steers finished exclusive in pasture or supplemented with corn grain at 0.8% of the body weight (BW) in the last 68 days before slaughter.

Materials and methods

Samples: prepare and analysis proceeding

Steaks of 2.5 cm of thickness (1") were sliced from left half carcass, cutting the *Longissimus thoracis* muscle between the 12th and 13th ribs. Samples were vacuum packed and frozen at -20° C until thawing for the subsequent sensory analysis. All the procedures were performed according to Belk et al. (2015) and Smith et al. (2001) recommendation.

Samples were thawed for 24 hours long at 5 to 7° C. Then, were cooked in electric grill without salt until reach 42° C internally, turned over and continued up to 71° C measured through metal-tipped thermometer. Subsequently, were cut in 2 cm³ pieces, packaged in aluminum foil and placed into glass containers immersed in water bath at 60° C up to no more than 10 minutes until be served. Remained in the water bath until be delivered to the 109 tasters, divided in 10 sessions.

The beef pieces wrapped in aluminum foil were served randomly one per time and followed by salt water crackers for residual flavour removal, aside from water to wash the palate between one and another sample. Temperature and lighting conditions were controlled during the trials in order to the room temperature and samples color do not interfere in the results. One supplemented treatment replicate was added, besides the two treatments, to measure the repeatability of consumer panel method through the traits evaluated. Thus, could be considered the untrained consumer ability to evaluate the different beef aspects.

Five parameters were evaluated: aroma, flavor, juiciness, tenderness and overall acceptability. For this purpose, a hedonic scale was used, with the following options: dislike very much, dislike, like and like very much. This scale was converted to numbers (1 to 4, respectively) for statistical analysis.

Animal Ethics Committee (CEUA-UDESC nº 5460090817) and Human Research Ethics Committee (CEPSH-UDESC nº 2.380.738) approved the project and proceedings.

Brief survey

A brief survey about the consumer preference related to beef consumption was conducted. Consumers answered about the preference for chilled meat, frozen or vacuum packed, what they observe when buy beef and how often they consume. Results may better describe the consumer profile who participated in this research and the influence of consumption and preference on the results.

Animals

Since the weaning (7 ± 1 months), 20 Aberdeen Angus steers grazed until the slaughter and separated in two finishing systems: exclusive on pasture and supplemented for around 60 days. After weaning, nearby to 7 months of age (April, autumn), all the animals were kept grazing in winter pasture composed of oat (*Avena strigosa*), ryegrass (*Lolium multiflorum*) and clovers (*Trifolium repens*) (October, spring). Subsequently, after the winter were destined to native pastures improved with fescue (*Festuca arundinacea*) and clovers (*Trifolium repens*) until the first group of 10 animals reached the average of 450 kg of BW and 3 mm of fat thickness (December, spring).

At the time of the first group slaughter began the supplemented period of the second, which was realized with corn grain in the proportion of 0.8 % of the BW per day until the animals reached the same slaughter requirements (February, summer), period that was from 68 days. Animals' reached the slaughter requirements at 15 months of age in the first group and at 17 months in the treatment with supplementation. The slaughter occurred in commercial slaughterhouse audited by sanitary inspection and according to current law of slaughter proceedings and animal welfare.

Statistical analysis

The statistical analysis was performed using SAS v.9.2 (Statistical Analysis System, 1999). Residuals did not follow a normal distribution and were submitted to non-parametric test. Then, the treatments means were compared using the Kruskal-Wallis test ($P<0.05$).

Results

The consumer panelists profile related to gender was 46.79% male and 53.21% female. The mean age was 25.05 ± 8.58 years old and one hundred and nine (109) consumers joined this study. Panelists great majority prefer chilled beef (81.65%), 13.76% frozen and just 4.59% vacuum packaged (Table 1). When questioned about what observes at the time of purchase beef, 50.46% answered the animals' age, 33.95% breed, 12.84% finishing system

and 2.75 sexual category. Referring to consume, 22.02% eat beef every day, 54.13% three times per week, 19.26% twice a week and 4.59% consume less than two times per week.

Statistical differences were not found for flavour and juiciness (Table 2). Consumers recognized better aroma in the treatment with supplementation, however, grass-fed and the supplemented replicate were equal and inferior. Supplemented animals beef showed greater results for tenderness and overall acceptability than grass-fed, as well as the duplicate did not differ from the original.

Tenderness and overall acceptability presented high and positive correlation (0.91). As well as flavour (0.73) and juiciness (0.85), however, beef from grass-fed and supplemented did not differ between them for these characteristics. The *Warner-Bratzler* shear force had high and negative correlation with tenderness and consequently, with overall acceptability.

Discussion

The consumer panelists profile related to gender was next to 50% for each gender and similar to the studies of Brooks et al., (2010); Lucherk et al., (2016); Van Wezemael et al. (2014); Wheeler et al. (1999). The mean age range among 20-29 represents 17.9% of the Brazilian population and is the age group with higher concentration of individuals above 18 years old (IBGE, 2011), which could be a strong predictor of the future consumption tendency. According to Mickelson (2014), this group of individuals are the young millennials generation, who spend less money on meats and are more likely to buy meat opting to the price-quality ratio. Nevertheless, consumers are each more concerned about buying green friendly and organic products, especially by its health attributes, changing the target markets of meat industry (Mickelson, 2014).

The number of participants is similar to the researches conducted by Wheeler et al. (1999) on evaluating the gamma radiation effects in beef palatability in USA and to Van Wezemael et al. (2014) analyzing the correlations between sensory analysis tenderness and shear force in Norway and Belgium. Nonetheless, comparable to Lucherk et al. (2016) using trained and consumer panels to evaluate different cooking degrees in USA and, finally, number higher than Wheeler et al. (2004) experiment, which utilized only 68 panelists to verify accuracy and repeatability of consumers detecting differences on beef tenderness in USA. Related to consume, numbers were next to Brooks et al. (2010) and Lucherk et al. (2016), that realized studies in USA, which 45-50% of the consumers eat beef 3-4 times per week.

About flavour and juiciness, in the Wright et al. (2015) study, which supplemented Angus x Hereford steers with corn grain at 0.75% of BW, the treatment with supplementation showed higher juiciness when compared to exclusive grass-fed animals. However, the supplementation period was 30 days longer than ours was (98 days in the first year and 105 days in the second). In addition, grass-fed beef presented higher leather flavour in the trained panel. Duckett et al. (2007) utilized crossbreed Angus steers to compare grass-fed only (bluegrass, orchardgrass, fescue and white clovers) and feedlot, which the beef from feedlot exhibited greater juiciness, meat flavour intensity and lower off-flavour intensity. Duckett et al. (2013) also utilized crossbreed Angus steers but grazing pear millet, alfalfa or mixed pasture comparing to feedlot, however without differences in juiciness. Roberts et al. (2009) supplemented 17-20 months of age crossbreed steers with corn grain at 0.0% until 2.0% of the BW while grazing ryegrass and obtained that the juiciness decreased as long as the supplement level increased, nevertheless, it was higher in feedlot. Nonetheless, flavour increased consistently with the supplementation level as well as in feedlot. May this results suggest that untrained panelists cannot detect differences in flavour and juiciness with the same efficiency than trained panelists (Wheeler, Shackelford, & Koohmaraie, 2004). Moreover, in our study untrained panelists did not evaluated aroma successfully, but for tenderness it occurred and it's proven by Wheeler et al. (2004) that 68 panelists provide accuracy.

The difference among the duplicate in aroma can be explained because in the consumer's panel, the individuals do not have experience detecting specifics aromas and distinguishing them, which turn up difficult to evaluate this characteristic and consequently get higher repeatability. Nevertheless, as demonstrated in this study results and according to the correlations, the aroma is not one of the major influence characteristics on the overall acceptability.

Related to tenderness and overall acceptability, the duplicate did not differ from the original, which confirm the panel efficiency for these important characteristics. Wright et al. (2015) presented similar results in trained panel, which the treatment with supplementation (0.75% of the BW) provided increased beef tenderness in comparison to grass-fed only. Duckett et al. (2007) and Duckett et al. (2013) did not find any differences in beef tenderness on trained panel among feedlot and grass-fed animals. Differently, Roberts et al. (2009) found that tenderness in trained panel was similar at the 0.0%, 0.5%, 1.5% e 2.0% supplemented levels, but lower at the 1.0% level and higher in feedlot. According to Wheeler et al. (2004), untrained consumers can detect alterations in beef tenderness through sensory panels

accurately and with higher repeatability in order to be so effective as trained descriptive panels. Our study agrees with the Wheeler et al. (2004) affirmation and it could be confirmed correlating the shear force with consumer panel tenderness that was high and negative (-0.65), stronger than found for Brewer & Novakofski (2008).

In our study, the tenderness possibly has been the characteristic that lead to higher overall acceptability. Fact explained by the correlation between this two characteristics (0.91), compatible to Lucherk et al. (2016) (0.89) which evaluated beef strip steaks of variable marbling and enhancement levels cooked to three degrees of doneness. Flavour and juiciness correlations with overall acceptability (0.73 and 0.85, respectively) also correspond to Lucherk et al. (2016) correlations (0.90 and 0.81, respectively), however, beef from grass-fed and supplemented did not differ statically. Finally, it confirms that tenderness was the characteristic that had higher impact in the overall score, including on this population in study, once results that characterize the panelists' habits and preferences.

In conclusion, the consumer evaluation of beef sensory characteristics showed effectiveness and repeatability for flavour, juiciness, tenderness and overall acceptability. It confirms the capability of consumers to identify and evaluate these beef aspects. Tenderness had great impact in overall acceptability, characteristics that can strongly determine the consumer purchasing criteria of beef.

References

- Adhikari, K., Chambers IV, E., Miller, R., Vázquez-Araújo, L., Bhumiratana, N., & Philip, C. (2011). Development of a lexicon for beef flavor in intact muscle. *Journal of Sensory Studies*, 26(6), 413–420. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00356.x>
- Brewer, S., & Novakofski, J. (2008). Consumer sensory evaluations of aging effects on beef quality. *Journal of Food Science*, 73(1), 78–82. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00575.x>
- Brooks, J. C., Mehaffey, J. M., Collins, J. A., Rogers, H. R., Legako, J., Johnson, B. J., ... Miller, M. F. (2010). Moisture enhancement and blade tenderization effects on the shear force and palatability of strip loin steaks from beef cattle fed zilpaterol hydrochloride. *Journal of Animal Science*, 88(5), 1809–1816. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2383>
- Duckett, S. K., Neel, J. P. S., Lewis, R. M., Fontenot, J. P., & Clapham, W. M. (2013). Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality 1,2. *J. Anim. Sci*, 91, 1454–1467. <https://doi.org/10.2527/jas2012-5914>
- Duckett, S. K., Neel, J. P. S., Sonon, R. N., Fontenot, J. P., Clapham, W. M., & Scaglia, G.

- (2007). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth-tenth-eleventh-rib composition, muscle color, and palatability. *Journal of Animal Science*, 85(10), 2691–2698. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-734>
- Feuz, D. M., Umberger, W. J., Calkins, C. R., & Sitz, B. (2004). U.S. consumers' willingness to pay for flavor and tenderness in steaks as determined with an experimental auction. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 29(3), 501–516.
- Ghasemi-Varnamkhasti, M., Mohtasebi, S. S., Siadat, M., & Balasubramanian, S. (2009). Meat quality assessment by electronic nose (Machine Olfaction Technology). *Sensors*, 9(8), 6058–6083. <https://doi.org/10.3390/s90806058>
- IBGE (2011). *Sinopse do Censo Demográfico: 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Rio de Janeiro.
- Lucherk, L. W., O’Quinn, T. G., Legako, J. F., Rathmann, R. J., Brooks, J. C., & Miller, M. F. (2016). Consumer and trained panel evaluation of beef strip steaks of varying marbling and enhancement levels cooked to three degrees of doneness. *Meat Science*, 122, 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.005>
- Mickelson, J. M. (2014). A comparison of meat purchasing attitudes across generations. MSc Thesis, California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
- Muñoz, A. M. (1998). Consumer perceptions of meat. Understanding these results through descriptive analysis. *Meat Science*, 49(98), S287–S295. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)90055-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)90055-9)
- Roberts, S. D., Kerth, C. R., Braden, K. W., Rankins, D. L., Kriese-Anderson, L., & Prevatt, J. W. (2009). Finishing steers on winter annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) with varied levels of corn supplementation I: Effects on animal performance, carcass traits, and forage quality. *Journal of Animal Science*, 87(8), 2690–2699. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1704>
- Smith, G. C., Griffin, D. B., Johnson, H. K., Tatum, J. D., Apple, J. K., Dolezal, H. G., ... Harp, R. M. (2001). *Meat Evaluation Handbook*. American Meat Science Association Educational Foundation. Savoy, IL.
- Van Wezemael, L., De Smet, S., Ueland, Ø., & Verbeke, W. (2014). Relationships between sensory evaluations of beef tenderness, shear force measurements and consumer characteristics. *Meat Science*, 97(3), 310–315. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.029>
- Wheeler, T. L., Papadopoulos, L. S., Miller, R. K., Bass, P., Belk, K. E., Dikeman, M. E., ... Yates, L. D. (2015). *Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and*

Instrumental Tenderness Measurements of Meat (2nd ed.). American Meat Science Association Educational Foundation. Chicago, IL.

- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (1999). Trained sensory panel and consumer evaluation of the effects of gamma irradiation on palatability of vacuum-packaged frozen ground beef patties. *Journal of Animal Science*, 77(12), 3219–3224.
- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (2004). The accuracy and repeatability of untrained laboratory consumer panelists in detecting differences in beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, 82(2), 557–562.
<https://doi.org/10.2527/2004.822557x>
- Wright, A. M., Andrae, J. G., Rosso, C. F., Miller, M. C., Pavan, E., Bridges, W., & Duckett, S. K. (2015). Effect of forage type with or without corn supplementation on animal performance, beef fatty acid composition, and palatability. *Journal of Animal Science*, 93(10), 5047–5058. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8939>

Tables**Table 1. Evaluators' description, habits and consumption preferences.**

Gender	% of the total
Male	46.79
Female	53.21
Age (years)	25.05 ± 8.58
Number of consumers	109
Preference when buy beef	% of the total
Chilled	81.65
Frozen	13.76
Vacuum packed	4.59
Observation at the time of purchase	% of the total
Animal's age	50.46
Breed	33.95
Finishing system	12.84
Sexual category	2.75
Consumption	% of the total
Every day	22.02
Three times per week	54.13
Twice a week	19.26
Less than two times per week	4.59

Table 2. Consumer evaluation of sensory characteristics of beef from Angus steers finished grass-fed only or with corn supplementation

	Grass-fed		Corn supplemented		Corn supplemented repetition		P-value	†Variation coefficient. Differ ent letters differ ed by the
	Mean	VC (%) [†]	Mean	VC (%) [†]	Mean	VC (%) [†]		
Flavour	2.83	26.31	2.96	21.61	3.03	22.68	0.1188	
Juiciness	2.78	31.10	2.96	24.82	2.97	25.68	0.2352	letters
Aroma	2.77 ^b	21.20	3.10 ^a	22.01	2.86 ^b	22.03	0.0003	differ
Tenderness	2.69 ^b	37.44	3.13 ^a	28.00	3.17 ^a	24.57	0.0004	
Overall acceptability	2.77 ^b	24.38	3.03 ^a	22.31	2.99 ^a	21.58	0.0112	ed by the

Kruskal-Wallis test at 5% probability.

Table 3. Correlations of beef sensory aspects evaluated by consumers.

	Aroma	Flavour	Juiciness	Tenderness	Overall acceptability
Aroma	1.00	0.60	0.56	0.38	0.57
Flavour	-	1.00	0.72	0.64	0.73
Juiciness	-	-	1.00	0.78	0.85
Tenderness	-	-	-	1.00	0.91
Overall acceptability	-	-	-	-	1.00
Warner-Bratzler shear force	-0.43	-0.55	-0.49	-0.65	-0.60

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terminação dos animais com suplementação energética de milho grão influenciou o rendimento de carcaça, EGS, marmoreio, coloração da gordura e carne, escore de musculosidade, força de cisalhamento e a maioria das características físico-químicas avaliadas. Além disso, proporcionou maior padronização e uniformidade das carcaças, principalmente quanto à deposição de gordura na fase de terminação. O painel sensorial de consumidores mostrou efetividade e repetibilidade ao avaliar as características de sabor, suculência, maciez e aceitabilidade geral. Deste modo, comprova-se a capacidade de os consumidores identificarem e avaliarem estes aspectos da carne bovina. A maciez foi a característica com maior impacto na aceitabilidade geral, o que pode determinar o critério de compra dos consumidores. Por fim, a suplementação a pasto com milho grão pode proporcionar características de qualidade de carcaça melhores do que a terminação exclusivamente a pasto, e ainda, melhorar a aceitabilidade da carne bovina pelos consumidores devido às modificações nos atributos sensoriais.

REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, K.; CHAMBERS IV, E.; MILLER, R. et al. Development of a lexicon for beef flavor in intact muscle. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, n. 6, p. 413–420, 2011.
- ALFAIA, C. P. M.; ALVES, S. P.; MARTINS, S. I. V; et al. Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. **Food Chemistry**, v. 114, n. 3, p. 939–946, 2009.
- BIESALSKI, H. K. Meat as a component of a healthy diet - Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? **Meat Science**, v. 70, n. 3 SPEC. ISS., p. 509–524, 2005.
- BREWER, S.; NOVAKOFSKI, J. Consumer sensory evaluations of aging effects on beef quality. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 1, p. 78–82, 2008.
- BRONDANI, I. L.; RESTLE, J. Efeito das dietas contendo cana-de-açucar ou silagem de milho no desempenho de novilhos em confinamento. **Ciência Rural**, v. 21, n. 1, p. 129–134, 1991.
- BROOKS, J. C.; MEHAFFEY, J. M.; COLLINS, J. A. et al. Moisture enhancement and blade tenderization effects on the shear force and palatability of strip loin steaks from beef cattle fed zilpaterol hydrochloride. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 5, p. 1809–1816, 2010.
- DALEY, C. A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P. S. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain fed beef. **Nutrition journal**, v. 9, n. 10, p. 10–21, 2010.
- DETMANN, E.; VALENTE, É. E. L.; BATISTA, E. D. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, n. 1, p. 141–153, 2014.
- DUCKETT, S. K.; NEEL, J. P. S.; LEWIS, R. M. et al. Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality 1,2. **J. Anim. Sci**, v. 91, p. 1454–1467, 2013.
- DUCKETT, S. K.; WAGNER, D. G.; YATES, L. D. et al. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **Journal of animal science**, v. 71, n. 8, p. 2079–2088, 1993.
- ELLIES-OURY, M. P.; CANTALAPIEDRA-HIJAR, G.; DURAND, D. et al. An innovative

approach combining Animal Performances, nutritional value and sensory quality of meat. **Meat Science**, v. 122, p. 163–172, 2016.

FEUZ, D. M.; UMBERGER, W. J.; CALKINS, C. R. et al. U.S. consumers' willingness to pay for flavor and tenderness in steaks as determined with an experimental auction. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 29, n. 3, p. 501–516, 2004.

GARCIA, P. T.; PENSEL, N. A.; SANCHO, A. M. et al. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v. 79, n. 3, p. 500–508, 2008.

GARMYN, A. J.; HILTON, G. G.; MATEESCU, R. G. et al. Estimation of relationships between mineral concentration and fatty acid composition of longissimus muscle and beef palatability traits. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 9, p. 2849–2858, 2011.

LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M.; GARCIA, P. T. et al. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. **Meat Science**, v. 79, n. 3, p. 463–469, 2008.

MANDELL, I. B.; BUCHANAN-SMITH, J. G.; CAMPBELL, C. P. Effects of Forage vs Grain Feeding on Carcass Characteristics, Fatty Acid Composition, and Beef Quality in Limousin-Cross Steers When Time on Feed is Controlled. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 10, p. 2619–2630, 1998.

MCAFEE, A. J.; MCSORLEY, E. M.; CUSKELLY, G. J. et al. Red meat from animals offered a grass diet increases plasma and platelet n-3 PUFA in healthy consumers. **British Journal of Nutrition**, v. 105, n. 1, p. 80–89, 2011.

PATINO, H. O.; MEDEIROS, F. S.; PEREIRA, C. H. et al. Productive performance, meat quality and fatty acid profile of steers finished in confinement or supplemented at pasture. **Animal**, v. 9, n. 6, p. 966–972, 2014.

PAVAN, E.; DUCKETT, S. K. Corn oil or corn grain supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. I. Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass quality. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 11, p. 3215–3223, 2008.

PIGHIN, D.; PAZOS, A.; CHAMORRO, V. et al. A Contribution of Beef to Human Health: A Review of the Role of the Animal Production Systems. **The Scientific World Journal**, v. 2016, p. 1–10, 2016.

ROBBINS, K.; JENSEN, J.; RYAN, K. J. et al. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. **Meat Science**, v. 65, n. 2, p. 721–729, 2003.

ROBERTS, S. D.; KERTH, C. R.; BRADEN, K. W. et al. Finishing steers on winter annual ryegrass (*Lolium multiflorum Lam.*) with varied levels of corn supplementation I: Effects on animal performance, carcass traits, and forage quality. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 8, p. 2690–2699, 2009.

ROSA, H. J. D.; REGO, O. A.; SILVA, C. C. G. et al. Effect of corn supplementation of grass finishing of Holstein bulls on fatty acid composition of meat lipids. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 8, p. 3701–3714, 2014.

RUXTON, C. H. S.; REED, S. C.; SIMPSON, M. J. A. et al. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: A review of the evidence. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 17, n. 5, p. 449–459, 2004.

SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. **Meat Science**, v. 73, n. 1, p. 29–41, 2006.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National nutrient database for standard reference**. USDA, 2016. Disponível em:
<<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/23263?format=Full&reportfmt=pdf&pdfQvs=%7B%22Qv%3D1%7D&ds=SR>>. Acesso em 11 out. 2018.

WHEELER, T. L.; VOTE, D.; LEHESKA, J. M. et al. The efficacy of three objective systems for identifying beef cuts that can be guaranteed tender. **Journal of animal science**, v. 80, n. 12, p. 3315–3327, 2002.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343–358, 2008.

WRIGHT, A. M.; ANDRAE, J. G.; ROSSO, C. F. et al. Effect of forage type with or without corn supplementation on animal performance, beef fatty acid composition, and palatability. **Journal of animal science**, v. 93, n. 10, p. 5047–5058, 2015.

WYLE, A. M.; VOTE, D. J.; ROEBER, D. L. et al. Effectiveness of the SmartMV p BeefCam System to sort beef carcasses into expected palatability groups. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 2, p. 441–448, 2003.

ANEXOS

Anexo I – Folha de aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais.



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

LAGES
CENTRO DE CIÊNCIAS
AGROVETERINÁRIAS

**Comissão de Ética no
Uso de Animais**

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Avaliação do desempenho, carcaça e carne de bovinos taurinos superprecosos terminados a pasto ou suplementados", protocolada sob o CEUA nº 5460090817, sob a responsabilidade de **Diego de Córdova Cucco e equipe; Idacir Antonio Santin Júnior** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC) na reunião de 21/08/2017.

We certify that the proposal "Evaluation of performance, carcass and meat of young taurine steers reared on pasture or supplemented", utilizing 60 Bovines (60 males), protocol number CEUA 5460090817, under the responsibility of **Diego de Córdova Cucco and team; Idacir Antonio Santin Júnior** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the University of Santa Catarina State (CEUA/UDESC) in the meeting of 08/21/2017.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **08/2017 a 12/2019** Área: Zootecnia

Origem:	Animais provenientes de estabelecimentos comerciais		
Espécie:	Bovinos	sex: Machos	idade: 6 a 16 meses
Linhagem:	Aberdeen Angus		N: 60
		Peso: 140 a 520 kg	

Resumo: Devido a atual condição econômica da pecuária mundial, os produtores devem buscar uma maior eficiência produtiva para garantir o retorno econômico, como por exemplo, melhores índices produtivos, diferentes manejos, etc. A redução na idade ao abate, aliada ao potencial genético e manejo dos animais é uma importante ferramenta para produzir carne com eficiência e qualidade. A precocidade na deposição de gordura é uma característica de grande importância para animais precoces, pois confere maciez, suculência e sabor a carne. Bovinos taurinos superprecosos tendem a depositar gordura de acabamento mais cedo e é na fase de terminação que ocorre este processo de alteração na deposição de tecidos. A terminação a pasto geralmente é compreendida como um processo em que os animais ganham menos peso ao dia e consequentemente demoram um período mais longo para atingir o peso de abate e acabamento final, mas isso pode ser minimizado com técnicas de manejo das pastagens e com a suplementação dos animais. A suplementação pode ser utilizada com o objetivo de reduzir o tempo para que os animais alcancem o peso de abate, além de proporcionar melhor acabamento às carcaças. Serão avaliados o desempenho, carcaça, e qualidade de carne de bovinos superprecosos da raça Aberdeen Angus, em sistemas de criação exclusivamente a pasto e a pasto com suplementação desde a desmama (7 ± 1 meses) até o abate (15 ± 1 meses). Para avaliar estes fatores serão utilizados 60 bovinos divididos em dois sistemas distintos de terminação, são eles: totalmente a pasto e suplementados a pasto com milho na proporção de 0,8% do peso vivo por cerca de 60 dias. O abate dos lotes será realizado quando a média do lote atingir a média de 450 kg de peso vivo e no mínimo 3mm de gordura subcutânea avaliada por ultrassonografia. Após a desmama todos os animais do experimento (60) serão mantidos em pastagem de inverno composta de aveia, azevém e trevos, em seguida após o inverno serão direcionados para pastagens nativas melhoradas com festuca e trevos, até o primeiro lote cerca de 30 animais atingirem os requisitos mínimos de abate. Serão realizadas medidas de desempenho e ultrassonografia para avaliação da gordura subcutânea no lombo e picanha. O abate será realizado em frigorífico comercial, e serão realizadas a tipificação e classificação das carcaças, além da coleta de amostras de carne (contra-filé) para serem analisadas em laboratório. Estas análises poderão avaliar os efeitos dos métodos de terminação sobre o desempenho e qualidade das carcaças e carne, provenientes de animais taurinos superprecosos.

Local do experimento: Fazenda Búffalo (27°32'06.0"S 49°57'53.4"W), município de Otacílio Costa - SC.

Lages, 24 de agosto de 2017



**Comissão de Ética no
Uso de Animais**

Marcia Regina Pfuetzenreiter
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Ubirajara Maciel da Costa
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina



UNIVERSIDADE DO ESTADO
DE SANTA CATARINA - UDESC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise Sensorial de Carne Bovina

Pesquisador: Diego de Córdova Cucco

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 76873417.9.0000.0118

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SC UDESC

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.380.738

Apresentação do Projeto:

Trata-se da segunda versão do projeto de pesquisa intitulado "Análise Sensorial de Carne Bovina" objetivando, com base nos dados apresentados na introdução do Projeto Básico, comparar por meio de análise sensorial se a suplementação com milho grão pode influenciar as características de palatabilidade da carne de animais terminados a pasto.

Conforme consta na metodologia do PB desta versão, a amostra compreenderá 100 provadores/participantes. De acordo com o desenho, os participantes degustarão amostras de carnes e após preencherão um questionário envolvendo questões sobre o aroma, sabor, suculência, maciez e aceitabilidade. O projeto é de responsabilidade do pesquisador Diego de Córdova Cucco, fazendo parte da equipe de pesquisa Maisa Chiocca, Idacir Antonio Santin Junior, Horacio Luiz de Lima.

Metodologia Proposta:

O painel sensorial será realizado de acordo com metodologia adaptada de AMSA (1995). Serão utilizadas amostras do músculo Longissimus dorsi (contra-filé) de animais provenientes do experimento, adquiridas após inspeção de órgão credenciado pelo governo em frigorífico devidamente auditado, estas amostras estão atualmente devidamente armazenadas a vácuo e congeladas. Serão preparadas para o consumo, sem adição de temperos ou sal, assadas em grill até atingirem a temperatura interna de 71°C no centro geométrico, controlado por termômetros,

Endereço: Av.Madre Benvenuta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.380.738

segundo recomendações da American Meat Science Association, após serão cortadas em tamanho padrão (cubos de 2 cm³), embaladas em folha alumínio e colocadas dentro de bêqueres cobertos em banho-maria a 60 °C, até o momento de entrega das amostras para um grupo de 100 provadores de acordo com as metodologias definidas para preenchimento das fichas de avaliação, em local adequado no Laboratório de Carcaças e Carnes da UDESC Oeste, atendendo todos os requisitos de higiene e boas práticas. Cada provador receberá 3 amostras aleatórias, servidas uma por vez, acompanhadas de biscoito tipo água e sal para remoção de sabor residual e água para lavagem do palato. Os testes serão realizados em cabines individuais, sob condições de temperatura e iluminação controladas, realizadas na UDESC Oeste, Departamento de Zootecnia. Após a prova das amostras os provadores irão preencher um questionário de avaliação com uma escala a respeito do sabor, aroma, suculência, maciez e aceitabilidade em geral. Os responsáveis pela preparação das amostras serão alunos do mestrado em Zootecnia, que possuem o devido treinamento e experiência para o processamento destas amostras.

De acordo com o Projeto Básico (PB), para apresentação dos dados será utilizada análise descritiva, com utilização de gráficos e tabelas. O projeto apresenta um orçamento financeiro no valor de R\$ 500,00, e apresenta que o início da coleta de dados será em 01/12/2017.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o desempenho, carcaça, qualidade de carne e comportamento de bovinos superprecoce da raça Aberdeen Angus, em sistema de terminação a pasto e a pasto com suplementação, desde a desmama por volta dos sete meses de idade até o abate (15 ± 1). Analisar e interpretar reações frente às características que são percebidas pelos sentidos da visão, olfato e paladar, para determinar a aceitabilidade e qualidade do alimento em estudo. Comparar os dois métodos de terminação sobre o desempenho, qualidade de carcaça e carne dos animais. Avaliar o método mais eficiente de terminação para obtenção de carcaças e carne de qualidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

No projeto básico, segundo o pesquisador "Os riscos de participação nesta pesquisa são considerados médios, pois pode ocorrer algum tipo de reação alérgica de algum participante. No entanto, deixamos bem claro que: os animais estão divididos em tratamentos experimentais, isso não quer dizer de modo algum que são tratamentos com diferentes substâncias. Contudo, deve-se esclarecer que estes riscos serão minimizados por cuidados sanitários, como por exemplo, o uso de carne bovina devidamente inspecionada órgão credenciado pelo governo, que garante o aval

Endereço: Av.Madre Benvenuta, 2007	CEP: 88.035-001
Bairro: Itacorubi	
UF: SC	Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3664-8084	Fax: (48)3664-8084
E-mail: cepsh.udesc@gmail.com	



UNIVERSIDADE DO ESTADO
DE SANTA CATARINA - UDESC



Continuação do Parecer: 2.380.738

sanitário de alimentos de origem animal e vegetal. Caso algum risco seja concretizado com o participante durante a degustação das amostras, como um evento alérgico, por exemplo, o mesmo será encaminhado e acompanhado pelo responsável do projeto até o pronto-atendimento mais próximo".

No TCLE, de acordo com o pesquisador "Os riscos destes procedimentos são considerados médios. No entanto, deixamos bem claro que: os animais estão divididos em tratamentos experimentais, isso não quer dizer de modo algum que são tratamentos com diferentes substâncias que possam levar a alergias. Segundo, todos os procedimentos foram feitos com técnicas usuais e de rotina em qualquer fazenda de produção de gado de corte, lembramos que toda a carne destes animais já foi processada e comercializada no mercado varejista e desta forma consumida. Todo este procedimento passou anteriormente pela inspeção do serviço técnico oficial do Sistema de Inspeção Federal (S.I.F.), órgão que garante o aval sanitário de alimentos de origem animal e vegetal, consumidos em território nacional, sendo maior autoridade na área. Em nosso experimento apenas iremos utilizar uma amostra destas carnes, que está congelada, para verificar se o consumidor tem a capacidade de identificar alguma diferença de palatabilidade entre as amostras. Caso ocorra algum imprevisto com o participante durante a degustação das amostras o mesmo será encaminhado e acompanhado pelos responsáveis do projeto até o pronto-atendimento mais próximo".

O pesquisador classificou corretamente o grau de risco como médio.

Benefícios apresentados no Projeto Básico:

"Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão o melhor compreendimento do comportamento do consumidor em consumir a carne bovina. Caso os participantes identifiquem, por paladar, a diferença entre animais terminados exclusivamente a pasto e a pasto com suplementação, e descrevam a preferência por uma delas, poderemos indicar aos produtores que realizem determinado tipo de manejo para fornecer uma carne de maior aceitação para os consumidores. Visto que os participantes da pesquisa refletem e são parte do mercado consumidor".

Benefícios apresentados no TCLE

Endereço: Av.Madre Benvenuta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANÓPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.380.738

"Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão o melhor compreendimento do comportamento do consumidor em consumir a carne bovina. Caso os participantes identifiquem, por paladar, a diferença entre animais suplementados ou não, e descrevam a preferência por uma delas, poderemos indicar aos produtores que realizem determinado tipo de manejo, suplementado ou não, para fornecer uma carne de maior aceitação para os consumidores. Visto que os participantes da pesquisa refletem e são parte do mercado consumidor".

A relatoria entende que os benefícios apresentados são benefícios indiretos e de longo prazo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante para a área. Todos os documentos para análise ética estão apresentados e de acordo com as normativas vigentes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta os seguintes documentos:

- Folha de rosto;
- Projeto Básico;
- Projeto Detalhado;
- TCLE porém está em desacordo com o modelo disponibilizado pelo CEPHS;
- Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais;
- Instrumento de pesquisa (questionário).

Recomendações:

Sem recomendações.

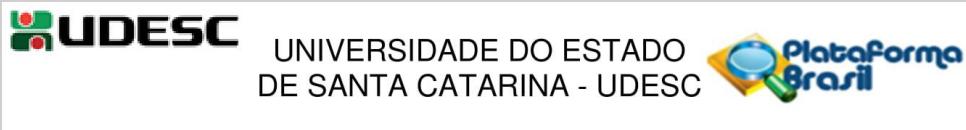
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Análise das pendências apresentadas na versão anterior:

1 - Reapresentar o TCLE conforme modelo disponibilizado pelo CEPHS com todas as informações que constam no modelo (sem excluir, por exemplo o parágrafo que trata: "Todas as despesas decorrentes de sua participação serão resarcidas. Em caso de dano, durante a pesquisa será garantida a indenização") - PENDÊNCIA ATENDIDA.

2 – A relatoria solicita esclarecimentos sobre a amostra da pesquisa, pois consta na folha de rosto, e em vários momentos do Projeto Básico a quantidade de 100 participantes, porém no TCLE e na metodologia do PB consta uma amostra de 30 participantes. Readequar e reapresentar os documentos com a quantidade correta da amostra - - PENDÊNCIA ATENDIDA com alteração da

Endereço: Av.Madre Benvenuta, 2007	CEP: 88.035-001
Bairro: Itacorubi	
UF: SC	Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3664-8084	Fax: (48)3664-8084
E-mail: cepsh.udesc@gmail.com	



Continuação do Parecer: 2.380.738

amostra para 100 participantes.

3 – Apresentar o instrumento de pesquisa (questionário) - PENDÊNCIA ATENDIDA.

4 – Redefinir no PB e PD o cronograma com o início previsto para coleta de dados, considerando o prazo para adequação do projeto e aprovação pelo CEPHS - PENDÊNCIA ATENDIDA.

Em não havendo mais pendências o projeto encontra-se apto para Aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

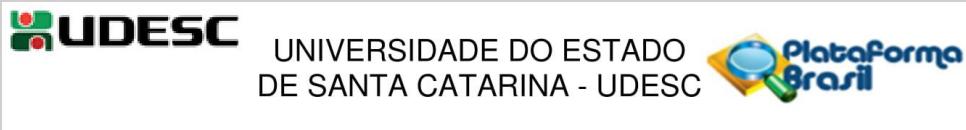
O Colegiado APROVA o Projeto de Pesquisa e informa que, qualquer alteração necessária ao planejamento e desenvolvimento do Protocolo Aprovado ou cronograma final, seja comunicada ao CEPHS via Plataforma Brasil na forma de EMENDA, para análise sendo que para a execução deverá ser aguardada aprovação final do CEPHS. A ocorrência de situações adversas durante a execução da pesquisa deverá ser comunicada imediatamente ao CEPHS via Plataforma Brasil, na forma de NOTIFICAÇÃO. Em não havendo alterações ao Protocolo Aprovado e/ou situações adversas durante a execução, deverá ser encaminhado RELATÓRIO FINAL ao CEPHS via Plataforma Brasil até 60 dias da data final definida no cronograma, para análise e aprovação.

Lembramos ainda, que o participante da pesquisa ou seu representante legal, quando for o caso, bem como o pesquisador responsável, deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_909839.pdf	26/10/2017 19:00:10		Aceito
Outros	Questionario_FICHA_AVALIACAO_PAINEIS_SENSORIAL.doc	26/10/2017 18:50:50	Diego de Córdova Cucco	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Idacir_Suplementacao_26_10_17.doc	26/10/2017 18:49:15	Diego de Córdova Cucco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Idacir_corrigido_26_10.doc	26/10/2017 18:48:58	Diego de Córdova Cucco	Aceito
Outros	certificado_CEUA_Idacir.pdf	30/08/2017	Diego de Córdova	Aceito

Endereço: Av.Madre Benvenuta, 2007	CEP: 88.035-001
Bairro: Itacorubi	
UF: SC	Município: FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3664-8084	Fax: (48)3664-8084
	E-mail: cepsh.udesc@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.380.738

Outros	certificado_CEUUA_Idacir.pdf	18:38:07	Cucco	Aceito
Folha de Rosto	P_20170802_143115_1.pdf	04/08/2017 10:48:06	Diego de Córdova Cucco	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 14 de Novembro de 2017

Assinado por:
Renan Thiago Campestrini
(Coordenador)

Endereço: Av.Madre Benvenutta, 2007	CEP: 88.035-001
Bairro: Itacorubi	
UF: SC	Município: FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3664-8084	Fax: (48)3664-8084
E-mail: cepsh.udesc@gmail.com	