

**UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**EFEITO DA RACTOPAMINA SOBRE O DESEMPENHO,
CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS NELORES EM CONFINAMENTO**

IRON CARDOSO DOS SANTOS JÚNIOR

**VILA VELHA
JULHO/2013**

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**EFEITO DA RACTOPAMINA SOBRE O DESEMPENHO,
CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS NELORES EM CONFINAMENTO**

IRON CARDOSO DOS SANTOS JÚNIOR

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

VILA VELHA
JULHO/2013

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

S237e Santos Júnior, Iron Cardoso dos.

Efeito da ractopamina sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos nelores em confinamento / Iron Cardoso dos Santos Júnior. – 2013.

58 f.: il.

Orientador: João Luis Kill.

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Vila Velha, 2013.

Inclui bibliografias.

1. Bovino. 2. Gordura. 3. Proteínas na nutrição animal. I. Kill, João Luis. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.2084

IRON CARDOSO DOS SANTOS JÚNIOR

**EFEITO DA RACTOPAMINA SOBRE O DESEMPENHO,
CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE
DE BOVINOS NELORES EM CONFINAMENTO**

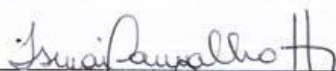
Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 22 de julho de 2013.

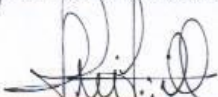
Banca Examinadora:



Alberto Chambela Neto - IFES



Ismail Ramalho Haddade - IFES



João Luís Kill - UVV

(Orientador)

DEDICATÓRIA

A minha estimada esposa, Laila, minha companheira e incentivadora, que em todos os momentos esteve ao meu lado, lutando pelo meu crescimento profissional e pessoal, sem medir esforços.

Ao meu amado Filho Luan motivo de entusiasmo e paixão pela vida.

E aos meus queridos pais Iron e Ana, que se doaram inteiros e reuniciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudéssemos realizar os nossos.

Ao meu irmão Wellington por sempre acreditar em mim.

Dedico-lhes este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu Lado, me dando a força necessária para enfrentar todos os desafios, e por derramar suas bênçãos em minha vida. Obrigado pela oportunidade de concretizar mais este sonho e proporcionar momentos de alegria e crescimento.

Ao meu amado filho, Luan Cardoso, por ser a minha fonte de expiração e viver.

A minha amada esposa, Laila Cardoso, que me incentivou e estimulou pela realização e concretização desse sonho, estando sempre ao meu lado nesta trajetória.

Aos meus pais, Iron Cardoso e Ana de Fátima, por terem me dado, entre tantas oportunidades, o estudo, sendo peças fundamentais na minha vida e conquista.

Ao meu irmão Wellington pelo companheirismo e amizade de sempre.

Ao Renato Piffer, Diretor da Quimiplan Análises e Consultoria Ltda, pelo apoio em conceder a minha ausência do trabalho para a realização do mestrado e pela amizade e confiança ao longo da minha carreira.

À Universidade Vila Velha e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Santa Teresa pela oportunidade de conduzir o experimento em suas dependências.

Ao meu orientador Dr. João Luís Kill e aos professores co-orientadores Dr. Ismail Ramalho Haddadee Dr. Alberto Chambela, pelos valiosos conselhos, que me impulsionaram a fazer sempre da melhor forma.

Aos colaboradores do IFES, Uagdo dos Santos, Carla Simon, Willian Miranda e João Vitor pela dedicação e comprometimento com o experimento.

Aos colegas Anderson e Dawster Santana pelo apoio de sempre durante a realização do mestrado.

Ao professor Dr. Pedro Veiga e colega Luiz Henrique Pereira Silva da Universidade Federal de Viçosa pela colaboração na realização do trabalho.

A todos vocês, Muito Obrigado!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura química da ractopamina	13
Figura 2: Mecanismo de ação dos agonistas adrenérgicos. ABA-agonista-adrenérgicos; AR-receptor-adrenérgicos; Gs – proteína ativa; AC – enzima adelinato ciclase; ATP – trifosfato de adenosina; AMPc – monofosfato cíclico de adenosina; PKA– proteína quinase A; E – enzima; EPO4 – enzima fosforilada	15
Figura 3: Instalação experimental	36
Figura 4: Fornecimento de alimento para os animais	38
Figura 5: Pesagem dos animais	39
Figura 6: (a) Cortes, (b) Pesagem dos cortes nobres, (c) Medição da espessura de gordura, (d) mensuração da área de lombo	41
Figura 7: Efeito de níveis crescentes do suplemento Cloridrato de ractopamina sobre o ganho de peso médio diário	45
Figura 8: Efeito dos níveis crescentes do suplemento Cloridrato de ractopamina sobre a conversão alimentar	46
Figura 9: Efeito de níveis crescentes do suplemento Cloridrato de ractopamina sobre a espessura de gordura	48
Figura 10: Efeito de níveis crescentes do suplemento Cloridrato de Ractopamina sobre o índice de fragmentção miofibrilar	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados da avaliação de desempenho de bovinos de corte suplementados com cloridrato de ractopamina	44
Tabela 2: Resultados de peso vivo (PV) rendimento de carcaça (RC), peso de cortes nobres e espessura de gordura (EG) de bovinos suplementados com diferentes níveis de inclusão de cloridrato de ractopamina	47
Tabela 3: Resultados de produção fecal e de consumo de matéria seca (CMS) em níveis de inclusão de ractopamina	48
Tabela 4: Resultados de qualidade da carne de bovinos alimentados com diferentes níveis de inclusão de ractopamina	50

LISTA DE ABREVIATURAS

AC- Adenilato ciclase
AMPc- Monofosfato cíclico de adenosina
AOL- Área de olho de lombo
APO4- Fosforiladas
AR- Adrenérgico receptor
B-AR - Agonista adrenérgicos
CA- Conversão alimentar
CAMS- Conversão alimentar na matéria seca
E- Ezima
EG- espessura de gordura
FDA- Food and Drug Administration
g.t.⁻¹- Gramas por tonelada
GIM- Gordura intramuscular
GMD- Ganho médio diario
GPMD- Ganho de peso médio diário
IFM- Índice de fragmentação miofibrilar
LD- Longissimus dorsi
MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NR- Níveis de Ractopamina
NS - Não significativo
PF- Peso final
PI- Peso inicial
PKA-Proteína quinase A
PPM- Parte por milhão
PV- Peso vivo
RC- Rendimento de carcaça

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
SUMÁRIO.....	x
CAPITULO 1.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Índices zootécnicos na pecuária bovina.....	12
2.2 Ractopamina.....	13
2.3 Mecanismo de ação da ractopamina.....	14
2.4 Agonistas β -adrenérgicos em dietas de bovinos.....	15
2.5 Efeito da ractopamina sobre o desempenho de bovinos.....	16
2.6 Ractopamina sobre qualidade e característica de carcaça.....	18
2.7 Efeito da ractopamina sobre a digestibilidade.....	20
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 Objetivo geral.....	22
3.2 Objetivos específicos.....	22
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPITULO 2.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. MATERIAL E METÓDOS.....	36
2.1 Local, instalações e animais.....	36
2.2 Delineamento experimental, tratamentos e dietas experimentais.....	37
2.3 Desempenho e rendimento de carcaça.....	39
2.4 Estimativa de consumo da matéria seca.....	41
2.5 Qualidade de carne.....	42
2.6 Análises Estatísticas.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4. CONCLUSÃO.....	51
5. AGRADECIMENTO.....	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

RESUMO

SANTOS Jr, Iron Cardoso. Universidade Vila Velha- ES. **Efeito da ractopamina sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos nelores em confinamento.** Orientador: Dr. João Luis Kill. Co-orientadores: Dr. Alberto Chambela Neto, Dr. Ismail Ramalho Haddade.

Avaliou-se o efeito de quatro níveis de inclusão (0; 450; 900 e 1.350 g.T⁻¹) do aditivo Cloridrato de ractopamina, sobre o ganho de peso, a conversão alimentar, as características de carcaça e a qualidade de carne de bovinos machos castrados em confinamento. Foram utilizados 40 bovinos machos da raça nelore, com idade média de 26 meses e peso médio inicial de 423,45 ± 2,72 kg, em um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos e dez repetições. A dieta alimentar foi fixada ao longo de todo o experimento com razão volumoso:concentrado de 75,3:24,7, tomando como base a matéria seca total, sendo fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 7h 30min da manhã e às 16 horas. Os animais foram pesados individualmente, ao início e ao final do experimento. Oito animais de cada tratamento foram abatidos para avaliação de características das carcaças e da qualidade da carne. Observou-se efeito linear positivo (P<0,05) da inclusão da ractopamina sobre o ganho de peso diário e efeito linear negativo (P<0,05) sobre a conversão alimentar dos bovinos, com destaque para melhoria da eficiência quanto a essas variáveis com o aumento da inclusão do cloridrato de ractopamina. Em relação às características de carcaça, observou-se o efeito linear negativo (P<0,05) para a variável espessura de gordura e não foram observadas diferenças (P<0,05) quanto ao peso da carcaça quente; rendimento de carcaça; área, largura e profundidade de área de olho de lombo, e cortes nobres. Em relação ao consumo de matéria seca, a comparação dos tratamentos demonstrou-se que a ractopamina não influenciou negativamente no consumo, o que evidencia seu efeito positivo no desempenho animal. Para a qualidade de carne não foram detectadas diferenças (P<0,05) para força de cisalhamento e marmoreio; entretanto, observou-se diferença para índice de fragmentação miofibrilar (P<0,05). O uso do Cloridrato de ractopamina melhora o desempenho de bovinos machos castrados da raça nelore e diminui a quantidade de gordura superficial na carcaça, sem influenciar na gordura intramuscular e na maciez da carne.

Palavras-chave: aditivo, confinamento, espessura de gordura, maciez.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A indústria da carne vem sendo desafiada em atender às necessidades e expectativas dos consumidores e órgãos governamentais. Assim o sistema de produção de carne bovina têm buscado investir em novas tecnologias para aprimorar a obtenção de um produto de melhor qualidade em menor tempo e de forma economicamente viável, sem desprezar as normas ambientais vigentes.

As pesquisas em nutrição animal têm levado ao desenvolvimento de aditivos alimentares, os quais promovem a melhoria do desempenho animal e favorecem os interesses dos produtores e das indústrias frigoríficas. Isto pela maximização dos lucros pelo maior retorno sobre o investimento na produção de bovinos de corte.

Após vários anos com a tentativa de desenvolver um agonista β -adrenérgico seguro para a alimentação animal, uma empresa comercial desenvolveu o composto chamado Cloridrato de ractopamina. Em 2000 esse produto foi aprovado pelo FDA americano (Food and Drug Administration) como aditivo em dietas para suínos, e têm sido utilizado em larga escala desde então, inclusive no Brasil. Mais recentemente, em 2004, o FDA aprovou o uso da ractopamina como promotor de crescimento em dietas para bovinos confinados nos EUA. (SCHROEDER et al., 2004). No Brasil, o emprego dessa substância na criação de suínos já era permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) há 10 anos. Em confinamento de bovinos, o emprego deste aditivo ractopamina foi autorizada em 2011 (BRASIL, 2013).

Estudos sugerem trabalhos que agonistas β -adrenérgicos aumentem a síntese de proteínas e inibam a degradação das mesmas. A ractopamina estimula, também, a atividade lipolítica e inibe a lipogênese, além de reduzir a síntese e estimular a degradação de glicogênio. A combinação de todos esses fatores levam à diminuição das reservas de glicogênio, redução das reservas de lipídeos e de tecido adiposo e ao aumento a quantidade de proteína (SMITH, 1987). Logo, nutrientes que seriam utilizados na produção de tecido adiposo são redirecionados para a produção de tecido muscular (BELL et al., 1998).

Os beta-adrenérgicos são moléculas orgânicas que se ligam a receptores presentes na maioria das células dos mamíferos, promovendo aumento do

desenvolvimento da massa muscular através de hipertrofia e, redução da deposição de gordura (DUNSHEA et al., 2005).

Segundo Schroeder et al. (2003), novilhas quando suplementadas com ractopamina, nos últimos 28 e 42 dias do período de terminação, aumentaram o ganho de peso, melhoraram a eficiência alimentar, e não modificaram a gordura de marmoreio quando alimentados em três níveis de inclusão de 10, 20 e 30 g/ton desse melhorador de desempenho.

Em outro experimento com novilhas submetidas a suplementação com ractopamina, evidenciou-se melhoria no ganho médio de peso diário em 17,5%, quando comparada com as novilhas do grupo controle, sem o uso da ractopamina de 14,0% (SCHROEDER et al., 2003).

Os efeitos dos agonistas β -adrenérgicos sobre o desenvolvimento e as características de carcaça dos animais têm sido amplamente estudados, porém poucos artigos tem sido publicados a respeito de seus efeitos sobre a qualidade de carne. Stites (1991) afirmou em seus estudos que a adição deste melhorador de desempenho pode trazer benefícios econômicos para a indústria de alimentos, por propiciar melhor grau de acabamento e de rendimento de carcaça. A avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos pelos animais, em condições de pastejo ou em confinamento, tem sido um desafio para os nutricionistas.

A digestibilidade é um dos parâmetros importantes de avaliação nutricional, entretanto, a determinação desta por intermédio do método tradicional de coleta total de fezes requer controle rigoroso da ingestão e da excreção, o que o torna trabalhoso e oneroso (BERCHIELLI et al., 2006). Isto levou à idealização de outros métodos ditos indiretos dos indicadores externos (SILVA, 1990). Dentre estes, destaca-se o LIPE® (lignina purificada e enriquecida), desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e de Química do Instituto de Ciências Exatas da UFMG, o qual se mostrou ser eficiente como indicador de digestibilidade em pesquisas realizadas com várias espécies.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Índices zootécnicos na pecuária bovina*

No Brasil, as exportações de carne bovina devem alcançar 10,8 bilhões de reais em 2012, ou seja 11% de acréscimo em relação a 2011, o que melhora o cenário externo, como também a perspectiva de abertura de novos mercados, como os dos Estados Unidos e da Indonésia (ABIEC, 2012).

Para atender essa demanda, a terminação de bovinos em confinamento pode ser usada como estratégia para aproveitamento das características sazonais do mercado, o que proporciona melhoria na rentabilidade, dados os aumentos nos preços do boi gordo na entressafra. Este fato, aliado à necessidade de exploração do ganho compensatório na terminação de bovinos, fazem com que os confinamentos comerciais não se prolonguem além dos 60 dias, prazo em que este ganho de peso é mais vantajoso (BARBOSA et al., 2006).

Os avanços científicos nas determinações das exigências dos animais e dos valores nutritivos dos alimentos disponibilizaram aos nutricionistas o conhecimento técnico e as informações necessárias para o balanceamento de dietas precisas, de acordo com cada categoria e nível de produção desejado. A descoberta de substâncias que agem no metabolismo, pelo aumento da eficiência de uso dos alimentos e consequente maior produção animal, deu origem a uma nova classe de substâncias denominadas de aditivos alimentares.

Em dietas de bovinos confinados, a utilização de aditivos alimentares tem como objetivo principal a melhoria da conversão alimentar e ou do ganho de peso, embora benefícios secundários possam ocorrer como a melhoria na sanidade do animal.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define aditivo como substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente, que normalmente não se consomem como alimento, tenham ou não valor nutritivo, e que melhorem as características do alimento ou dos produtos animais (BRASIL, 2004).

Os aditivos zootécnicos, como os β -adrenérgicos, são comumente utilizados na produção animal como repartidores de nutrientes, o que melhora a retenção do nitrogênio, as taxas de crescimento e a deposição de tecido muscular em detrimento de gordura (ARMSTRONG et al., 2004). Apesar do amplo uso em nutrição animal, pouco é conhecido sobre as implicações da ractopamina como

aditivo melhorador de desempenho, especialmente no que diz respeito à sua interação com outros componentes nutricionais.

2.2 Ractopamina

Compostos sintéticos com estruturas e propriedades químicas e farmacológicas similares a das epinefrinas, melhoram o desenvolvimento e a composição da carcaça. Estes compostos, como a ractopamina, cimaterol e salbutamol reagem como os β -adrenérgicos na membrana das células e por isso recebem o nome de agonistas β -adrenérgicos (SQUIRES et al., 1993).

Os agonistas β -adrenérgicos, substâncias de estrutura análoga aos hormônios denominados catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), são empregados na produção animal como aditivo. Eles agem como modificadores do metabolismo animal, por alterarem a partição de nutrientes com o desvio e a promoção do crescimento e da deposição de tecido magro, e o que reduz o teor de gordura na carcaça (BRIDI et al., 2003).

A ractopamina é um agonista beta-adrenérgico da classe das fenetanolaminas pelo fato de possuir em sua estrutura um anel aromático substituível, uma cadeia lateral com o grupo etanolamina e um nitrogênio alifático, conforme a Figura 1 (SMITH, 1998). Dessa maneira, a ractopamina é uma substância pertencente a uma classe genérica de catecolamina que apresenta estrutura e propriedades farmacológicas análogas à epinefrina e norepinefrina, porém de ação mais específica sobre receptores adrenérgico do tipo beta (GONZALES, et al., 1993).

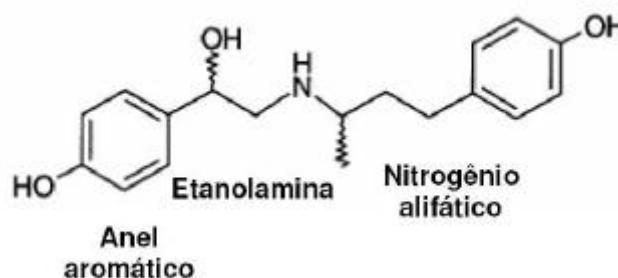


Figura 1: Estrutura química da ractopamina (SMITH, 1998).

A ractopamina faz parte do grupo dos agonistas Beta-adrenérgicos, sendo classificada como um promotor de crescimento, agindo na modificação do metabolismo, levando a redução significativa dos teores de gordura da carcaça,

reduções estas que são desejáveis para o produtor e o consumidor (AGOSTINI et al., 2008).

Em algumas espécies como bovinos e suínos, o tecido adiposo possui β -receptores que, quando ativados pelas catecolaminas, promovem lipólise e conseqüente redução no nível de gordura corporal. O tecido muscular também possui receptores β -adrenérgicos que, quando acionados, promovem ação muscular específica (BEERMANN, 2002).

Existem três subtipos de receptores β (β 1, β 2, β 3), os quais estão presentes na maioria das células dos mamíferos. A proporção e distribuição de cada um dos subtipos, assim como sua seqüência de aminoácidos varia entre as espécies. Os receptores β 1 são encontrados na musculatura do intestino, tecido adiposo e no coração enquanto os β 2 estão presentes no tecido adiposo e na musculatura esquelética (MERSMANN, 1998).

2.3 Mecanismo de ação da ractopamina

O principal mecanismo de ação da ractopamina é agir modificando o metabolismo animal, especialmente nas células adiposas, sendo responsável pela redução da síntese e deposição de gordura subcutânea (CANTARELLI et al., 2009).

De acordo com Dunshea et al. (1993), a taxa de síntese muscular pode ser aumentada em cerca de 30% com o uso da ractopamina. Esses mesmos autores afirmam que a inclusão de ractopamina na ração pode resultar em pequena redução da síntese de gordura aliada a um pequeno aumento na degradação de gorduras, resultando na redução da deposição de gordura em cerca de 6%. Além dos efeitos diretos sobre a síntese e degradação, parte da energia da dieta é desviada do tecido adiposo para a síntese de proteína muscular durante a suplementação de ractopamina.

O mecanismo de ação mais sugerido (Figura 2) aponta para a membrana celular, onde um receptor é estimulado pelo agonista-adrenérgico (CANTARELLI, 2007). O complexo adrenérgico receptor (AR) fixa-se sobre uma proteína de ligação, que na sua forma ativa, induzirá a fluidez da membrana e permitirá o seu deslocamento lateral.

Este mecanismo levará à estimulação da ação catalítica da enzima adenilato ciclase (AC), situada na face interna da membrana plasmática, e levará à formação do mensageiro secundário monofosfato cíclico de adenosina (AMPc), formado a partir do trifosfato de adenosina (ATP).

O AMPc por sua vez, ativa a proteína quinase que conduz à fosforilação de enzimas, responsáveis pelas respostas finais. Estas enzimas quando estão fosforiladas (EPO4), promovem respostas celulares como: estimulação da lipólise, aumento da neoglicogênese, glicogenólise, aumento da insulina, glucagon e renina, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca (MOODY et al., 2000).

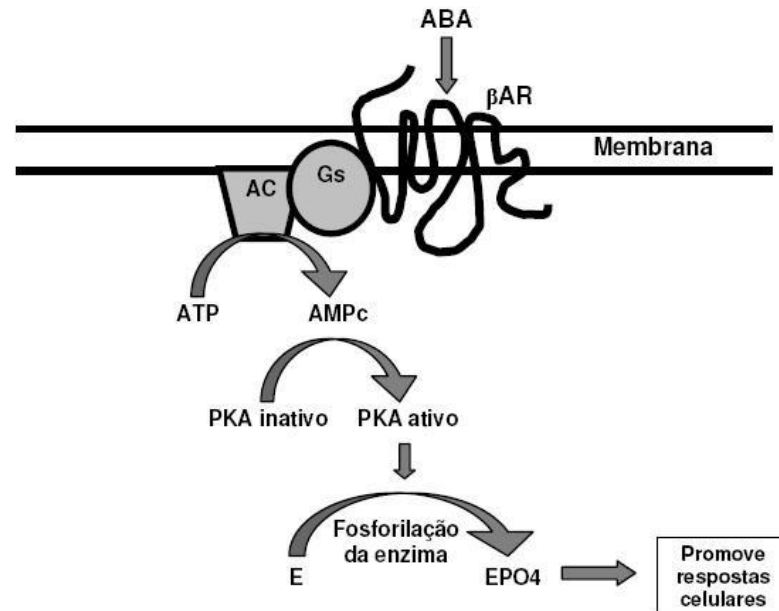


Figura 2: Mecanismo de ação dos agonistas adrenérgicos. ABA–agonista-adrenérgicos; AR–receptor-adrenérgicos; Gs–proteína ativa; AC–enzima adelinato ciclase; ATP–trifosfato de adenosina; AMPc–monofosfato cíclico de adenosina; PKA–proteína quinase A ;E–enzima; EPO4–enzima fosforilada. (MOODY et al., 2000, adaptado por CANTARELLII, 2007).

2.4 Agonistas β-adrenérgicos em dietas de bovinos

Sabe-se que o fornecimento de β-adrenérgicos para animais tem um importante papel fisiológico, bioquímico e comportamental associados a mudanças no crescimento e no desenvolvimento. Hormônios associados aos animais inteiros irão resultar em aumentos na proporção de músculo e em eficiência de crescimento (MONTGOMERY et al., 2001).

A utilização de promotores de crescimento na fase de terminação de gado de corte é para melhorar o desempenho e o rendimento de carcaça dos animais (JOHNSON et al., 1996a,b; ROEBER et al., 2000). Alguns estudos mostraram que o uso desses promotores não apresentou efeito na qualidade da carcaça (GERKEN et al., 1995; JOHNSON et al., 1996a), porém outros mostraram redução na qualidade de carcaça como consequência do menor grau de marmoreio ou pela maturidade esquelética avançada ou ambos (DUCKETT et al., 1997).

Os β -adrenérgicos são moléculas orgânicas que se ligam a receptores presentes na maioria das células dos mamíferos, promovendo aumento do desenvolvimento da massa muscular através de hipertrofia e, redução da deposição de gordura (DUNSHEA, et al., 2005).

Baszczak et al. (2006), não observaram efeitos adversos sobre o comportamento de novilhos suplementados com Cloridrato de ractopamina a uma taxa de dosagem de 200 mg/ton, durante 28 dias de experimento.

Bovinos tornam-se ineficientes durante o último mês de período de acabamento, uma vez que o animal deposita pouca proteína e mais tecido adiposo. Os agonistas β -adrenérgicos têm a função de redirecionar a energia, pela maior síntese de protéica, em vez de síntese de gordura, o que permite maior eficiência do animal durante este período. Quando estes produtos são fornecidos ao gado jovem, eles demonstram pouca ou nenhuma resposta para deposição muscular (AMY, 2011).

2.5 Efeito da ractopamina sobre o desempenho de bovinos

Em animais suplementados com agonistas β -adrenérgicos notam-se melhoria da eficiência alimentar, com igual ou menor ingestão de matéria seca Vestergaard et al., (1994) e aumento no ganho de peso diário (BECKETT et al., 2009).

Em confinamentos, o Cloridrato de ractopamina deve ser fornecido apenas nos dias 28 e 42, que antecedem o abate; para que haja um aumento no ganho de peso, melhoria na eficiência alimentar e no aumento de tecido muscular (SCHROEDER et al., 2004).

Avendano-Reyes et al. (2006), usaram dois β -adrenérgicos, zilpaterol e ractopamina, para avaliar o desempenho e qualidade de carne. Foram observados maiores pesos finais, ganhos médios de pesos diários e melhor conversão alimentar nos animais tratados. Os ganhos médio de peso diários foram 26% e 24% para os tratamentos com zilpaterol e ractopamina, respectivamente, em relação ao grupo controle. Os animais que receberam ractopamina apresentaram menores ingestões de matéria seca do que os animais dos tratamentos zilpaterol e controle.

Em um estudo conduzido pela Universidade de Nebraska com 331 bovinos suplementados com Cloridrato de ractopamina, GREENQUIST et al. (2006), demonstraram que os animais foram abatidos com oito quilos a mais, resultado de um ganho de peso diário 14% maior, quando comparado com o tratamento controle.

Como não houve diferença significativa no consumo diário, ocorreu uma melhora de 14% na eficiência alimentar. Resultados semelhantes foram observados no trabalho de Abney (2006), no qual demonstraram-se maiores ganho de peso diário, peso final e eficiência alimentar.

Dois experimentos foram realizados para avaliar o desempenho e característica de carcaça em novilhas confinadas. No primeiro experimento, concluiu-se que a conversão alimentar foi de 9,6% melhor em relação aos animais controles. No segundo experimento demonstrou-se a eficiência de ganho de peso de carcaça de 34% e 35% para os níveis de 100 mg e 200 mg de ractopamina, respectivamente (QUINN et al., 2008).

Segundo Schroeder et al. (2003), novilhas suplementadas com ractopamina, nos últimos 28 e 42 dias no período de terminação demonstraram aumento no ganho de peso, melhoria na eficiência alimentar, e nenhuma mudança no marmoreio quando alimentados em três níveis de inclusão, 10, 20 e 30 g/t.

Pesquisas realizadas com Cloridrato de ractopamina em bovinos, por Laudert et al. (2004) e Schroeder et al. (2003), apresentaram ganhos de peso de 6,7 e 7,2 kg maiores, respectivamente, em comparação ao tratamento controle.

Abney et al. (2007), também observaram melhor em novilhos peso vivo final, ganho de peso diário e conversão alimentar, quando forneceram diariamente uma dose de 200 mg/animal/dia de cloridrato de ractopamina, sendo que o peso vivo final foi superior em 4 kg e o peso de carcaça em 6,9 kg, quando comparado ao grupo controle não suplementados com ractopamina.

Um experimento com novilhas submetidas a dietas com ractopamina evidenciou melhoria no ganho médio de peso diário em 17,5%, quando comparado com as novilhas do grupo controle que foi de 14,0% (SCHROEDER et al., 2003).

Pesquisas demonstram que certas linhagens genéticas de suínos diferem em sua resposta à suplementação com ractopamina. Os autores Watkins et. al (1991) concluíram que a capacidade de resposta à ractopamina foi maior em suínos que apresentavam melhor potencial genético para o crescimento.

Porém, os efeitos da suplementação com ractopamina sobre o desempenho e nas características de carcaça de novilhos em confinamento não se diferencia quando ao tipo biológico. Um experimento utilizando três raças de bovinos: britânico, continental mestiço e Brahman, demonstrou que o tipo de interação entre as raças não influencia no ganho de peso, no rendimento de carcaça e na espessura de gordura (KILLEFER et al., 2010).

2.6 *Ractopamina sobre qualidade e característica de carcaça*

A qualidade de carne é definida por características objetivas e subjetivas. As objetivas abrangem as físicas, nutricionais e higiênicas (PELOSO, 2001), enquanto que as subjetivas englobam os aspectos sensoriais, e a forma de exposição do produto. Esta última depende da temperatura e da velocidade de resfriamento do tecido muscular após o abate, podendo ser avaliada por meio de características físico-químicas (cor, perdas por exsudação, perdas por cocção, capacidade de retenção de água, gordura intramuscular e maciez), visual (marmorização) e por métodos sensoriais (suculência, aparência da carne e resistência a mastigação) (CULAU et al., 1993; NANNI COSTA et al., 2002).

A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo ou objetivo. A forma subjetiva se utiliza de um painel sensorial em que um grupo de pessoas treinadas classificam a maciez da carne. No método objetivo é utilizado equipamento, como o texturômetro, que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne. Quanto maior for a força dispensada, menor é a maciez apresentada pelo corte de carne. Segundo Bouton et al. (1971), os dois métodos possuem elevado grau de correlação ($P < 0,01$).

Boleman et al. (1997) determinaram a capacidade de percepção, por parte dos consumidores de carne nos Estados Unidos, para diferentes níveis de maciez medidos por força de cisalhamento, e concluíram que os consumidores americanos não só foram capazes de detectar as diferenças em maciez, como estariam dispostos a pagar mais pelas carnes mais macias. Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne, destacam-se: genética, raça, idade ao abate, sexo, alimentação, uso de agentes hormonais (agentes beta-adrenérgicos) e tratamentos *post-mortem*.

Considerando que a utilização de agentes β -adrenérgicos estimulam a glicogenólise (WARRIS & KESTIN, 1990), isto poderia reduzir a acidificação *post-mortem* do músculo, favorecendo a maior atividade das calpaínas e, conseqüentemente, a maciez da carne (CENA et al., 1992). No entanto, um efeito consistente atribuído à carne dos animais tratados com agentes β -adrenérgicos é a diminuição na maciez da carne (MOLONEY & BEERMANN, 1996) que, segundo SAINZ et al. (1998) e WANG & BEERMANN (1988), seria devido possivelmente à maior atividade da calpastatina, que é o inibidor das calpaínas.

Boleman et al. (1997) sugeriram uma categorização de maciez da carne com base na Warner-Bratzler SF, onde uma carne intermediária é classificada numa

escala de 4,08 para cada 5,40 kg e uma carne dura é classificada quando SF está entre 5,9 em 7,1 kg. Em contraste, Miller et al. (2001) classificaram a maciez de carne intermediário de 3,92 para 4,5 Kg e carne dura de escala de 5,42 em 7,2 kg.

Animais que são tratados com ractopamina tendem a apresentar carnes com valores de pH mais elevados e com menor maciez em determinados músculos (RICKS et al., 1984; JONES et al., 1985).

Gonzalez et al. (2007), realizaram um experimento com vacas de descarte, submetidas a uma dieta com inclusão de 15 ppm de Cloridrato de ractopamina, e observaram aumento do tamanho de fibras do tipo I. Não houve efeito sobre as fibras do tipo II, isto pela avaliação da porção da costela desses animais.

Segundo Brooks et al. (2009), os efeitos dos agonistas B-AR na qualidade da carne variam de uma pesquisa a outra, mas de um modo geral, resultam numa redução nos escores de maciez sensorial e aumento da força de cisalhamento, portanto, carne mais dura.

Os diferentes agonistas B-AR podem afetar a qualidade de maneira diferente pois têm distinta afinidade pelos receptores. Contudo, existem poucos trabalhos sobre este assunto na literatura científica. Em um deles, pela comparação do zilpaterol e da ractopamina, Avendaño-Reyes et al. (2006) concluíram que ambos aumentaram a força de cisalhamento do contrafilé quando comparados a amostras controle, e que não houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre os β -agonistas estudados. Em outro estudo, Strydom et al. (2009) compararam os efeitos de três agonistas B-AR (zilpaterol – 6 ppm, ractopamina – 30 ppm e clenbuterol – 2 ppm), na suplementação de bovinos por 30 dias e na maturação do contrafilé por 2, 7 e 14 dias, concluíram que todos os três agonistas aumentaram a força de cisalhamento das amostras em relação ao controle. As amostras provenientes daqueles animais que receberam clenbuterol foram mais duras, seguidas daquelas suplementados com por zipaterol e com ractopamina.

O estudo de características da carcaça apresenta importância, quando o objetivo é avaliar a qualidade do produto final. O rendimento de carcaça, de cortes comerciais e no peso são medidas de interesse dos frigoríficos na avaliação do valor do produto adquirido bem como nos custos operacionais, visto que carcaças com pesos diferentes demandam a mesma mão-de-obra e tempo de processamento. Ao abater animais com maiores pesos, ocorrem portanto mudanças no desempenho (BARBER et al, 1981a) e nas características de carcaça (BARBER et al., 1981b).

Estudos demonstram que o uso de ractopamina promove aumentos no peso da carcaça (ROEBER et al., 2000), na área do músculo Longissimus e consequentemente rendimento muscular na carcaça (JOHNSON et al., 1996a,b; ROEBER et al., 2000).

Para estimar o rendimento de cortes comerciais, bem como as proporções de músculos e de tecido adiposo na carcaça, têm sido amplamente utilizada a área transversal do músculo Longissimus dorsi (área de olho de lombo - AOL) e a espessura de gordura subcutânea, realizadas na carcaça, após o resfriamento, na altura da 12ª costela (MULLER, 1980). A AOL é uma medida de fácil mensuração e que tem sido amplamente empregado como indicador do grau de musculosidade da carcaça. O músculo Longissimus dorsi apresenta maturidade tardia, o que o torna a referência para a avaliação deste propósito (SAINZ, 1996).

As características de carcaça de forma geral são melhoradas com a utilização da ractopamina e um dos efeitos é a diminuição da quantidade de gordura na carcaça. Esta substância inibe a síntese de ácidos graxos nos cultivos celulares de várias espécies, além de estimular a degradação de triacilglicerol (SPURLOCK et al., 1993).

Estudos demonstram que a ractopamina tem um efeito peculiar na modificação e no acabamento da carcaça. Conforme achados por Schroeder et al. (2005) e Winterholler et al. (2008), que demonstraram que a ractopamina aumenta a área de olho de lombo, diminui a gordura, e aumenta o rendimento de carcaça em até 3,6% (SCHROEDER et al., 2005; WINTERHOLLER et al., 2008).

Scramilin et. al. (2009), realizaram um experimento comparando dois β -adrenérgicos, zipaterol e ractopamina, e constataram efeitos significativos ($P < 0,01$) na redução da espessura de gordura, e no aumento no rendimento de carcaça em ambos os β -adrenérgicos. Outras pesquisas como a de GRUBER et al. (2007), também indicaram que ractopamina promove redução da gordura de marmoreio presente na carne.

2.7 *Efeito da ractopamina sobre a digestibilidade*

A determinação da digestibilidade dos nutrientes de um alimento é de grande importância para descrever seu valor nutritivo (ARAUJO et al., 2000). A digestibilidade é a fração do alimento consumido que não é recuperada nas fezes, sendo expressa em porcentagem, e a partir da qual se determina os coeficientes de digestibilidade dos diversos nutrientes da dieta (ANDRIGUETTO et al., 1982).

A partir do conhecimento dos dados de digestibilidade dos alimentos é possível a escolha de alimentos mais digestíveis e o ajuste da dieta de forma mais adequada, pois quanto maior a digestibilidade dos nutrientes do alimento, maior será a quantidade de nutrientes disponíveis para os estados de manutenção, crescimento, reprodução e trabalho (REZENDE et al., 1998).

A mensuração do consumo e da digestibilidade dos nutrientes da dieta podem ser feitos por meio de indicadores que permitem individualizar o consumo, mesmo em sistemas nos quais os animais tenham acesso à mesma fonte de alimento, como os sistemas em pastejo (SALIBA, 2005a).

O uso de indicadores em avaliações da digestibilidade dos nutrientes nos alimentos não é recente. Esta técnica foi inicialmente utilizada décadas atrás, com a finalidade de facilitar a determinação da produção fecal, realizada mediante a coleta total, que na maioria das vezes além de ser bastante trabalhoso, também provocava queda no consumo. A determinação da digestibilidade pelo método de indicadores foi desenvolvida em função do inconveniente de se coletar o total de fezes excretado, sendo essa de grande utilidade na avaliação de forragens, especialmente para animais em sistemas de pastejo (BERCHIELLI et al., 2006).

A técnica dos indicadores consiste em alternativa para a determinação de consumo de matéria seca (MS) de pasto e se baseia na obtenção da massa consumida por meio da relação entre excreção fecal (EF) e a digestibilidade da dieta (DETMANN et al., 2001).

Dentre os indicadores externos para mensuração do consumo a pasto destaca-se o LIPE[®], no qual foi desenvolvido a partir da lignina isolada e enriquecida com grupamentos fenólicos, não comumente encontrados na lignina da dieta animal, o que dá origem a um hidroxifenilpropano modificado enriquecido. O uso deste indicador apresenta diversas vantagens, dentre elas, a que requerer curto período de adaptação e custo relativamente baixo.

A adaptação para obter a excreção do LIPE[®] de maneira uniforme é de 48 horas e o período experimental para a coleta de fezes satisfatório de três a cinco dias para ruminantes. A dosagem do indicador nas fezes é realizada pela analítica técnica por espectroscopia infravermelho, técnica de custo baixo, rápida e bastante sensível. A dose fornecida tem variação em função do peso do animal e pode ser fornecida diretamente ou incorporada à dieta, de forma que garanta a ingestão de todo o indicador (SALIBA, 2009c).

3. OBJETIVOS

3.1 *Objetivo geral*

Avaliar o efeito do aditivo Cloridrato de ractopamina fornecido na ração, em diferentes níveis de inclusão, para bovinos da raça nelore, confinados durante 42 dias que antecede o abate.

3.2 *Objetivos específicos*

Avaliar o aditivo Cloridrato de ractopamina em quatro níveis de inclusão: 0 g.t⁻¹, 450 g.t⁻¹, 900 g.t⁻¹, 1.350 g.t⁻¹, sobre o ganho de peso, a conversão alimentar, o consumo de matéria seca, as características de carcaça e a qualidade da carne.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira de Exportadores de Carne. Retomada e novos mercados puxam exportação para US\$ 6 bi em 2012. São Paulo-SP. Disponível em: <http://www.abiec.com.br>. Acesso: 1 de março de 2012.

ABNEY, C. S. Effects of Optaflexx (Ractopamine Hydrochloride) on performance, rate and variation of intake, and acid-base balance in feedlot cattle. 2006. Ph.D. dissertation. Texas Tech University. Disponível em: http://thinktech.lib.ttu.edu/ttuir/bitstream/handle/2346/1032/Abney_Cassie_S_Diss.pdf?sequence=1. Acesso: 1 de Junho de 2012.

ABNEY, C. S., VASCONCELOS, J. P.; MCMENIMAN, S. A.; KEYSER, K. R.; WILSON, G. J.; VOGELI.; and GALYEAN M. L. Effects of ractopamina hydrochloride on performance, rate, and variation in feed intake, and acid-base balance in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. *J. Anim. Sci.* 85:3090. 2007.

AGOSTINI, P. S.; PACHECO, G. D.; SILVA, R. A. M.; YWAZAKI, M. S.; LOZANO, A. P.; VINOKUROVAS, S. L.; DALTO, D. B.; TARSITANO, M. A.; SILVA, C. A.; BRIDI, A. M. Níveis de ractopamina para suínos: Efeitos no desempenho e características de carcaça associado ao diâmetro das fibras musculares. *PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura*. Anais. p.104-105, 2008.

AMY, E. R. Use of beta agonists as a growth promoting feed additive for finishing beef cattle. UW Extension Wisconsin Beef Information Center. University of Wisconsin- Madison. 2011.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. *Nutrição Animal*. 2ed. São Paulo: Nobel, 395 p.1982.

ARAUJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E.T. Comparação entre indicadores internos e o método da coleta total para determinar digestibilidade os nutrientes de dietas mistas em equinos. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(3):745-751. 2000.

ARMSTRONG, T. A.; IVERS, D. J.; ANDERSON, D. B.; WELDON, W. C. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v.82, p.3245-3253, 2004.

AVENDANO-REYES, L.; TORRES-RODRIGUEZ, V.; MERAZ-MURILO, F. J.; PÉREZ-LINRES, C.; FIGUEROA-SAAVEDRA, F.; ROBINSON, P. H. Effects of two beta-adrenergic agonists on finishing performance carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *Journal of Animal Science. J. Anim. Sci.*, v. 84, p. 3259-3265, 2006.

BARBER, K. A.; WILSON, L. L.; ZIEGLER, J. H. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. II. Empty body composition, energetic efficiency and comparison of compositionally similar body weights. *Journal of Animal Science*, v.53, p.898-906, 1981a.

BARBER, K. A.; WILSON, L. L.; ZIEGLER, J. H. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. I. Effects of slaughter weight and diet energy density on carcass traits. *Journal of Animal Science*, v.53, n.2, p.218-231, 1981b.

BARBOSA, F. A.; GUIMARÃES, P. H. S.; ANDRADE, V. J.; GRAÇA, D. S.; CEZAR, I. M.; SOUZA, R. C.; LIMA, J. B. M. P. Análise da viabilidade econômica da terminação de bovinos de corte em confinamento: uma comparação de dois sistemas. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 43, 2006.

BASZCZAK, J. A.; GRANDIN, T.; GRUBER, S. L.; ENGLE, T. E.; PLATTER, W. J.; LAUDERT, S. B.; SCHROEDER, A. L. and TATUM, J. D. Effects of ractopamine supplementation on behavior of British, Continental, and Brahman crossbred steers during routine handling. *Journal of Animal Science. J. Anim.Sci.* 84:3410-3414. 2006.

BECKETT, J. L.; DELMORE, R. J.; DUFF, G. C. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth rates, feed conversion, and carcass traits in calf-fed Holstein steers. *Journal of Animal Science. J. Anim. Sci* 87: 4092-4100. 2009.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, V. A.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep. 583p. 2006.

BELL A. W.; BAUMAN. D. E.; BEER. D. H.; and HARRELL. R. J. Nutrition, Development and Efficacy of Growth Modifiers in Livestock Species. PubMed. 128: 360S. 1998.

BEERMANN, D. H. Beta-adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth. Journal of Animal Science, v. 80, n.1, p. 18-23, 2002.

BLIGH G. E.; DYER. J. W. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 37(8):911-917. 1959.

BOLEMAN S. J.; MILLAR, , R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. Journal of Animal Science. J. Anim. Sci. 75:1521–1524.1997.

BOUTON, P. E.; HARRIS, P.V.; SHORTOSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. Journal of Food Science, v. 36, n. 3, p. 435-439, 1971.

BROOKS, J. C.; NOEL, H. C.; DIKEMAN. M. E. Effects of zilpaterol hydrochloride feeding duration and postmortem aging on Warner-Bratzler shear force of three muscles from beef steers and heifers. J. Anim. Sci 87: 3764-3769. 2009.

BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13 de 30/11/2004. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso: em: 28 de fevereiro de 2013.

BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 13 de 1/12/2011. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso: 18 de fevereiro de 2013.

BRIDI, A. M.; NICOLAIEWSKY, S.; RUBENSAN, J. M. Efeito do genótipo halotano e de diferentes sistemas de produção na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.32, n.6, p.1362-1370, 2003.

CANTARELLI, V. S. Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita, 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia/Nutrição de Monogástricos). Universidade Federal de Lavras, 2007.

CANTARELLI, V. S.; FIALHO, E. T.; ALMEIDA, E. C. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. *Ciência Rural*, v.39, n.3, p.844-851, 2009.

CENA, P.; JAIME, I.; BELTRAN, J. A.; RONCALES, P. Proteolytic activity of isolated calpains on myofibrils under the conditions of pH, Ca²⁺ concentration and temperature existing in post-mortem muscle. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, v.194, n.5, p.248-251, 1992.

CULAU, P. O. V.; OURIQUE, J. M. R.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito do manejo pré abate sobre a incidência de PSE e DFD em suínos. *Archives Latinoamerican of Production Animal*, Porto Rico, v. 1, n. 2, p.139-146, 1993.

DETMANN, E.; PAULINHO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*.v. 30,n5, p. 1600-1609, 2001.

DUCKETT, S. K.; OWENS, F. N.; ANDRAE, J. G. Effects of implants on performance and carcass traits of feedlot steers and heifers. *Proc. Impact of Implants on performance and carcass value of beef cattle*, Okla. Exp. Stn., Stillwater. *Journal of Animal Science*. P 0957:63-82.1997.

DUNSHEA, F. R.; KING, R. H.; CAMPBELL, R. G.; SAINZ, R. D.; KIM, Y. S. Interrelationships between sex and Ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 71, p. 2919-2930,1993.

DUNSHEA, F. R.; D'SOUZA, D. N.; PETHIC, D. W.; HARPER, G. S.; WARNER, R. D. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat., *Meat Science*, v. 71, p. 8-38, 2005.

GERKEN, C. D., J. D. TATUM, J. D.; MORGAN, J. B.; Smith, G. C. Use of genetically identical (clone) steers to determine the effects of estrogenic and androgenic implants on beef quality and palatability characteristics. *Journal of Animal Science*. *J. Anim. Sci.* 73:3317-3324.1995.

GONZALES, E.; BERTO, D. A.; MACARI, M. Utilização de agonistas β adrenérgicos como repartidores de nutrientes em produção animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 22,p 316-329, 1993.

GONZALEZ. J. M.; CARTER. J. N.; JOHNSON. D. D.; QUELLETTE. S. E.; JOHNSON. S. E. Effect of ractopamine-hydrochloride and trenbolone acetate on longissimus muscle fiber area, diameter, and satellite cell numbers in cull beef cows. *Journal of Animal Science* . *J. ANIM. SCI* 2007, 85:1893-1901. 2007.

GREENQUIST, M. A., VANDER POL, K. J.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; VAN KOEVERING, M. T.; PLATTER, W. J. Growth performance profile and carcass characteristics of steers fed Optaflexx®. Page 116 in *Proc. Plains Nutr. Council*. AREC 04-14, Texas A&M Res. and Extension Ctr. Amarillo, TX. 2006.

GRUBER, S. L., TATUM, J. D.; ENGLE, T. E.; MITCHELLI, M. A.; LAUDERT, S. B.; SCHROEDER, A. L.; PLATTER, W. J. Effects of ractopamina supplementation on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers differing in biological type. *Journal of Animal Science*. *J. Anim. Sci.* 85:1809–1815. 2007.

JOHNSON, B. J.; ANDERSON, P. T.; MEISKE, J. C.; DAYTON, W. R. Effect of a combined trenbolone acetate and estradiol implant on feedlot performance, carcass characteristics, and carcass composition of feedlot steers. *Journal of Animal Science* *J. Ani. Sci.* 74:363-371. 1996a.

JOHNSON. B. J.; HATHAWAY, P. T.; ANDERSON, J. C.; MEISKE. Stimulation of Circulation insulin like growth factor I (IGF-I) and insulin- like growth factor binding

proteins (IGFBP) due to administration of a combined trenbolone acetate and estradiol implant on feedlot performance, carcass characteristics, and carcass composition of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. *J. Anim. Sci* 74:372-379.1996b.

JONES, R. W.; EASTER, R.; McKEITH, R. H. Effect of the β -adrenergic cimaterol(CL263.780) on the growth and carcass characteristics of finishing swine. *Journal of Animal Science*. v. 61, p. 905-913, 1985.

KILLEFER. J.; SCRAMILIN S. M.; PLATTER, W. J.; GOMEZ. R. A.; CHOAT. W. T.; MCKEITH. F. K. Comparative effects of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass traits, and longissimus tenderness of finishing steers. *Journal of Animal Science*. *J. ANIM. SCI*, 88:1823-1829. 2010.

LAUDERT, S. B.; VOGELI, G. J.; SCHROEDER, A. L.; PATTTER, W. J.; VANKOEVERIN, M. T. The effect of Optaflexx on growth performance and carcass traits of steers. *Optaflexx Exchange: Scientific Update No. 4*. Elanco Animal Health, Greenfield, IN.2004.

MERSMANN, H. J. Beta-adrenergic receptor modulation of adipocyte metabolism and growth. *Journal of Animal Science*, v. 80, n.1, p. 24-29, 2002.

MERSMANN, H. J. Overview of the effects of α -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *Journal of Animal Science*, v.76, n.1, p.160-172, 1998.

MILLER, M. F.; CARR, M, A.; RAMSEY, C. B.; CROCKETT, K. L.; HOOVER, L. C. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*. *J. Anim. Sci*. 79:3062–3068. 2001.

MILLS, S.E.; LIU, C.Y.; SCHINCKEL, A.P. Effects of ractopamine on adipose tissue metabolism and insulin binding in finishing hogs. Interaction with genotype and slaughter weighth. *Domestic Animal Encocrinology*, v.7, p.251-264, 1990.

MOLONEY, A. P.; BEERMANN, D. H. Mechanisms by wich β -adrenergic agonists alter growth and boby composition in ruminants. In: ENNE, G.; KUIPER, H.A.;

VALENTINI, A. Residues of veterinary drugs and mycotoxins in animal products. Wageningen: Wageningen Pers, p.124-136.1996.

MONTGOMERY, T. H., Dew, P. F.; Brown, M. S. Optimizing carcass value and the use of anabolic implants in beef cattle. *Journal of Animal Science J. Anim Sci.* 79:E296-E306.2001.

MOODY, D. E.; HANCOCK, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: MELLO, J. P. F. D. (Ed.). *Farm animal metabolism and nutrition.* New York: CAB, p. 65-95, 2000.

MULLER, L. Normas para avaliação de carcaças e concursos de carcaças de novilhos. Santa Maria, UFSM, 31p.1980.

NANNI COSTA, L.; Lo FIEGO, D. P.; DALL'OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science, Kidlington,* v. 61, p. 41-47, 2002.

PELOSO, J. V. Influência do jejum pré-abate sobre a condição muscular em suínos e seus efeitos na qualidade final da carne para industrialização. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, v.2. Concórdia. Anais. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2002. p. 385-392.2001.

QUINN, M. J.; DROUILLARD J, S.; REINHARDT, C. D. The effects of dose and duration of ractopamine-HCl administration on finishing performance and carcass traits of non-implanted beef heifers. *J. Anim. Sci.* 84(Suppl. 1):120. (Abstr.). 2006.

QUINN. M. J.; REINHARDT. C. D.; LOE. E. R.; DEPENBUSCH. B. E.; CORRIGAN. M. E.; MAY. M. L.; DROUILLARD. J. S. The effects of ractopamine-hydrogen chloride (Optaflexx) on performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing feedlot heifers. *Journal of Animal Science J.ANIM. SCI,* 86:902-908. 2008.

REZENDE, A. S. C; GONÇALVES, L. C; CARVALHO, M. A. G. Digestibilidade aparente em eqüídeos submetidos a três condutas de arraçoamento. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v. 50, n. 4, p. 429-434, 1998.

RICKS, C. A. Use of β - agonist to alter fat and muscle deposition in sters. Journal of Animal Science. v. 59. p. 1257. 1984.

ROEBER, D. L., CANNELL, R. C.; BELK, K. E.; MILLER, R. K.; TATUM, J. D.; and SMITH, G. C. Implant strategies during feeding : Impact on carcass grades and consumer accertability. Journal of Animal Science. J. Anim. Sci. 78:1867-1874.2000.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2, Uberaba. Anais. Uberaba: ABCZ, 1996, p.89.1996.

SAINZ, R.D.; BERTOLINI, M.; RODRIGUEZ, M.F. et al. Biotecnologia aplicada à pecuária de corte. In: CBNA – SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. Campinas, SP. 50-81p.1998.

SALIBA, E. O. S. (Coord.). Mini curso sobre o uso de indicadores. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2005, Belo Horizonte. Escola de Veterinária/UFMG,. p. 34-35.2005a.

SALIBA, E. O. S. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2005, Belo Horizonte. Escola de Veterinária / UFMG, p. 04-22. 2005b.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N.M. Uso de indicadores na avaliação da digestibilidade em ruminantes: LIPE® Lignina Purificada e enriquecida. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 1, 2009, Pirassununga. Anais. Pirassununga: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, p.50-67. 2009c.

SILVA, D. J. Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos). 2.ed. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária. 165p.1990.

SCHROEDER, A. L.; POLSER, D. M.; LAUDERT, S. B.; G. VOGEL. G.J. The effect of Optaflexx on growth and performance and carcass traits of heifers. Optaflexx Exchange: Scientific Update No. 2. Elanco Animal Health, Greenfield, IN. 2003.

SCHROEDER, A. L., POLSER, D. M., LAUDERT, S. B., VOGEL, G. The Effect of OptaflexxT on Growth Performance and Carcass Traits of Steers. Journal of Animal Science. J. ANIM. SCI 2008, 86:902-908. 2004.

SCHROEDER. A. D.; HANCOCK, D.; MOWREY, S.; LAUDERT, G. Dose titration of Optaflexx (ractopamine HCl) evaluating the effects on standard carcass characteristics in feedlot steers . Journal of Animal Science J. Anim. Sci.83 (Suppl. 1): 111 . 2005.

SCRAMLIN, S. M.; PLATTER, W. J.; GOMES, R. A.; CHOAT, W. T.; MCKEITH, F. K. Comparative effects of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass traits, and longissimus tenderness of finishing steers¹. Journal of Animal Science. J. ANIM. SCI 2010, 88:1823-182. 2009.

SMITH, D. J.; The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of β -adrenergic agonists in livestock. Journal of Animal Science, Champaign, v.76, p.173-174, 1998.

SMITH, S. B. Effects of β -adrenergic agonists on cellular metabolism. Proc. Rec. Meat Conf. 40:65-72. 1987.

SPURLOCK, M. E.; CUSUMANO, J. C.; MILLS, S. E. The affinity of ractopamine, clenbuterol and L-644,969 for the β -adrenergic receptor population in porcine adipose tissue and skeletal muscle membrane. Journal of Animal Science, v.71, p.2061, 1993.

SQUIRES, E. J.; ADEOLA, O.; YOUNG, L. G. The role of growth hormones, β -adrenergic agents and intact males in pork production: a review. Canadian Journal of Animal Science. v. 73, p. 1-23. 1993.

STITES, C. R. Carcass cutting yields and proximate composition of finishing pigs fed different levels of protein, lysine and ractopamine. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.67, supplement 1, p.190, 1989. V.75, n.6, p. 1521-1524, 1997.

STRYDOM P. E.; FRYLINCK, L.; MONTGOMERY, J. L.; SMITH, M. F. The comparison of three beta-agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Sci* 81: 557-564. 2009.

VESTERGAARD, M.; SEJRSEN, K.; KLASTRUP, S. Growth, composition and eating quality of Longissimus dorsi from young bulls fed the beta-agonist cimaterol at consecutive developmental stages. *Meat Sci* 38: 55-66.1994.

WANG, S.Y.; BEERMANN, H.D. Reduced calcium dent proteinase activity in cimaterol-induced muscle hypertrophy in lambs. *Journal of Animal Science*, v.66, n.10, p.2545-2550, 1988.

WATKINS. E.; GU. Y.; SCHINCKEL. A. P.; FORREST. J. C.; KUEI. C. H. Effects of Ractopamine, Genotype, and Growth Phase on Finishing Performance and Carcass Value in Swine. *Journal of Animal Science*. J. ANIM. SCI, 69:2685-2693.1991.

WINTERHOLLER, S. J.; PARSONS, G. L.; WALKER, D. K.; QUINN, M. J.; DROUILLARD, J. S.; JOHNSON, B. J. Effect of the management system in response to the containment ractopamine-HCl yearling steers. *Journal of Animal Science*. J. Anim. Sci. 86: 2401-2414.2008.

CAPÍTULO 2

TRABALHO CIENTÍFICO

SANTOS Jr, Iron Cardoso. Universidade Vila Velha- ES. **Efeito da ractopamina sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos nelores em confinamento.** Orientador: Dr. João Luis Kill. Co-orientadores: Dr. Alberto Chambela Neto, Dr. Ismail Ramalho Haddade.

RESUMO:

Avaliou-se o efeito de quatro níveis de inclusão (0; 450; 900 e 1.350 g.T⁻¹) do aditivo Cloridrato de ractopamina, sobre o ganho de peso, a conversão alimentar, as características de carcaça e a qualidade de carne de bovinos machos castrados em confinamento. Foram utilizados 40 bovinos machos da raça nelore, com idade média de 26 meses e peso médio inicial de 423,45 ± 2,72 kg, em um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos e dez repetições. A dieta alimentar foi fixada ao longo de todo o experimento com razão volumoso:concentrado de 75,3:24,7, tomando como base a matéria seca total, sendo fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 7h 30min da manhã e às 16 horas. Os animais foram pesados individualmente, ao início e ao final do experimento. Oito animais de cada tratamento foram abatidos para avaliação de características das carcaças e da qualidade da carne. Observou-se efeito linear positivo (P<0,05) da inclusão da ractopamina sobre o ganho de peso diário e efeito linear negativo (P<0,05) sobre a conversão alimentar dos bovinos, com destaque para melhoria da eficiência quanto a essas variáveis com o aumento da inclusão do cloridrato de ractopamina. Em relação às características de carcaça, observou-se o efeito linear negativo (P<0,05) para a variável espessura de gordura e não foram observadas diferenças (P<0,05) quanto ao peso da carcaça quente; rendimento de carcaça; área, largura e profundidade de área de olho de lombo, e cortes nobres. Em relação ao consumo de matéria seca, a comparação dos tratamentos demonstrou-se que a ractopamina não influenciou negativamente no consumo, o que evidencia seu efeito positivo no desempenho animal. Para a qualidade de carne não foram detectadas diferenças (P<0,05) para força de cisalhamento e marmoreio; entretanto, observou-se diferença para índice de fragmentação miofibrilar (P<0,05). O uso do Cloridrato de ractopamina melhora o desempenho de bovinos machos castrados da raça nelore e diminui a quantidade de gordura superficial na carcaça, sem influenciar na gordura intramuscular e na maciez da carne.

Palavras-chave: aditivo, confinamento, espessura de gordura, maciez.

SANTOS Jr, Iron Cardoso. University Vila Velha-ES. **Effect of ractopamine on performance, carcass characteristics and meat quality of Nelore cattle feedlot.**

Advisor: Luis Dr.João Kill. Co-advisors: Dr. Alberto Neto Chambela, Dr. Ismail Ramalho Haddade.

ABSTRACT:

This work was developed in the Beef Cattle Federal Institute of Education, Science and Technology of the Holy Spirit, Campus Santa Teresa. The objective was to evaluate the effect of the additive ractopamine hydrochloride at four inclusion levels (0, 450, 900 and 1,350 g.t⁻¹) in feedlot cattle for 42 days on weight gain, feed conversion, the characteristics of carcass and meat quality. A total of 40 male animals castrated Nelore, with an average age of 26 months and average weight of 423.45 ± 2.72 kg, in a randomized complete block design with four replications and ten treatments. The diet forage: concentrate was fixed throughout the experiment 75,3:24,7 on the basis of total dry matter, and provided ad libitum twice a day at 7 am and 30min at 16 hours. The animals were individually weighed at the beginning and end of the experiment. Eight animals from each treatment were slaughtered to evaluate carcass characteristics and meat quality. We observed a positive linear effect (P <0.05) the inclusion of the additive on the daily weight gain and linear effect (P <0.05) on feed intake, highlighting efficiency improvements such as variables with increasing addition of ractopamine hydrochloride. Regarding carcass characteristics, we observed a linear effect (P <0.05) for the variable thickness of fat and there were no differences in hot carcass weight, carcass yield, area, width and loin depth, and prime cuts. In relation to dry matter intake, the treatments did not differ statistically, demonstrating that ractopamine not influenced negatively on consumption, highlighting the positive effect of ractopamine in animal performance. For meat quality were not found (P <0.05) shear force and marbling, however, this difference evidenced up to index fragmentation myofibrillar. Based on these results, it is demonstrated that the use of ractopamine hydrochloride improves the performance of steers castrated Nelore and decreases the amount of fat in the carcass surface, without influencing intramuscular fat and meat tenderness.

Keywords: additive, confinement, fat thickness, softness.

1. INTRODUÇÃO

A maximização do lucro e a redução no tempo de retorno do capital na pecuária de corte tem levado a adoção cada vez maior do confinamento como estratégia integrada no sistema de produção para a terminação dos animais. Nesta etapa os resultados estão diretamente ligados ao plano nutricional, onde a elaboração adequada da dieta e o manejo diário de alimentação chegam a participar em até 30% nos custos totais do confinamento.

Assim pesquisas em nutrição animal têm levado ao desenvolvimento de aditivos alimentares de uso em confinamentos, promovendo a melhora no desempenho animal e favorecendo os interesses dos produtores e indústrias frigoríficas, a fim de maximizar os lucros por meio do ganho de peso e maior produção de proteína, proporcionando o retorno sobre o que é investido na produção de bovinos.

Em confinamento, o aditivo Cloridrato de ractopamina deve ser fornecido nos últimos 28 a 42 dias que antecedem o abate, para aumento do ganho de peso, melhora na eficiência alimentar e aumento de tecido muscular (SCHROEDER, et al., 2004). Diversos estudos tem demonstrados que esse aditivo proporciona efeito na característica da carcaça e na qualidade da carne Scramlin et al. 2009.

O Cloridrato de ractopamina é considerando um beta-adrenérgicos que são moléculas orgânicas que se ligam a receptores presentes na maioria das células dos mamíferos, promovendo aumento do desenvolvimento da massa muscular através de hipertrofia e, redução da deposição de gordura (DUNSHEA, et al., 2005).

A estimativa da produção fecal é uma das ferramentas que facilita avaliar o consumo de matéria seca pelos ruminantes, principalmente, quando consideradas as dificuldades para determiná-lo, em animais sob pastejo. Assim adotou-se a utilização de um indicador externo denominado de LIPE®, (lignina purificada e enriquecida).

Objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito da inclusão do aditivo cloridrato de ractopamina, em quatro níveis de inclusão (0; 450; 900 e 1.350 g.T⁻¹), em bovinos confinados durante 42 dias, sobre o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, consumo de matéria seca, as características de carcaça, e a qualidade de carne.

2. MATERIAL E METÓDOS

2.1 Local, instalações e animais

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Santa Teresa, durante 42 dias, no período de março a maio de 2012.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, a céu aberto, em uma área experimental constituída por quatro subáreas de 0,5 ha cada, providas de bebedouros e comedouros, além de um curral centralizado para a contenção, pesagens e manejo dos animais (Figura 3).

Durante o período experimental a temperatura e umidade relativa do ar, apresentaram média de $24,9^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $69\% \pm 15\%$, respectivamente, e precipitação máxima de 120 mm.



Figura 3: Instalação experimental.

A seleção dos animais foi realizada valendo-se da observação dos aspectos de sanidade, vivacidade, pelagem, ossadura forte e castração.

Em sua recepção, logo após a chegada, estes foram manejados para receber água e pasto *ad libitum*. Posteriormente estes foram alojados em grupos de mesma origem e submetidos a inspeção para detecção de traumas ou qualquer outra forma de anormalidade em função do transporte.

Foram realizados exames de sangue, por meio de coleta caudal; e parasitológicos, por meio de coleta de fezes, vinte dias antes do início do experimento, para verificar a sanidade dos mesmos.

Os animais foram vermifugados, como forma de reduzir a incidência de condenação de carcaças no momento do abate, devido a presença de cisticercos vivos. A presença destes pode prejudicar a qualidade da carcaça, além de contribuir com o baixo desempenho zootécnico.

2.2 Delineamento experimental, tratamentos e dietas experimentais

Foram utilizados 40 bovinos machos castrados, da raça nelore, com idade média de 26 meses \pm 4 meses e peso médio inicial de 423,45 \pm 2,72 kg. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e dez repetições. Os animais passaram por um período prévio de 20 dias, para adaptação às instalações e à dieta, e o período experimental total foi de 42 dias.

Os animais e o ambiente, em todos os tratamentos, foram monitorados com relação às informações referentes à limpeza das subáreas, alimentação, água para consumo, condições higiênicas da instalação e dos bovinos, comportamentos dos bovinos e aparecimento de reações adversas.

Os animais receberam uma dieta experimental balanceada, conforme a (Tabela 1). A dieta total foi fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia, às 7h 30min da manhã e às 16 horas. A dieta foi composta de silagem de milho, capim braquiara e concentrado. A relação volumoso:concentrado foi fixada ao longo de todo o experimento em 75,3:24,7, com base na matéria seca total. A porção volumosa da dieta foi composta por 9,4% de capim *Brachiaria decumbens* e 65,9% de silagem de milho. O concentrado foi formulado à base de milho moído (11,1%), farelo de soja (9,3%), uréia pecuária (0,4%) e sal mineral (3,9%), com base na matéria seca. A formulação das rações e a quantidade fornecida aos animais por dia foram quantificados para ganho de peso vivo de 1 kg/dia (NRC, 2000), diferindo apenas a

inclusão do aditivo cloridrato de ractopamina, sendo 0 g.T^{-1} (T1), 450 g.T^{-1} (T2), 900 g.T^{-1} (T3), 1.350 g.T^{-1} (T4). Proporcionando a composição nutricional de 24 (Mcal.kg⁻¹), 11,97(%), 62,49(%), 0,73(%), 0,48(%), respectivamente para energia metabolizável, proteína bruta, NDT, Ca, P. As informações das quantidades fornecidas diariamente e das sobras, observadas no dia seguinte, durante todo o período experimental, permitiram determinar a ingestão média de matéria seca de cada tratamento, calculada pelo total de alimento fornecido subtraído das sobras, dividido pela quantidade de bovinos de cada tratamento (Figura 4).

Foram coletadas amostras representativas da dieta total (concentrado e volumoso), durante o experimento, para análises dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), gordura bruta (GB), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina, celulose e hemicelulose. Estas amostras foram devidamente armazenadas em freezer a -15°C e posteriores encaminhadas ao laboratório de nutrição animal Universidade Federal de Uberlândia (UFU), para realização das análises bromatológicas.



Figura 4: Fornecimento de alimento (dieta total) para os animais.

2.3 Desempenho e rendimento de carcaça

Os animais foram pesados, no início e final do período experimental, após jejum sólido e hídrico de 12 horas para retirar o efeito do enchimento ruminal (Figura 5). A partir da soma dos pesos individuais dos animais de cada tratamento dividido pelo número de animais, determinou-se o peso médio.

Com a diferença entre o peso vivo (PV) final e inicial dividido pelos números de dias em confinamento, determinou-se o ganho médio diário de cada tratamento. A eficiência de transformação dos nutrientes em ganho de peso foi avaliada pela conversão alimentar (CA) de matéria seca (CAMS, kg de MS/ kg de ganho) e foi calculada em função do consumo e desempenho animal conforme equação: $CA = (IDMS/GMD)$, em que:

CA= Conversão alimentar

IDMS=Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

GMD= Ganho médio de peso



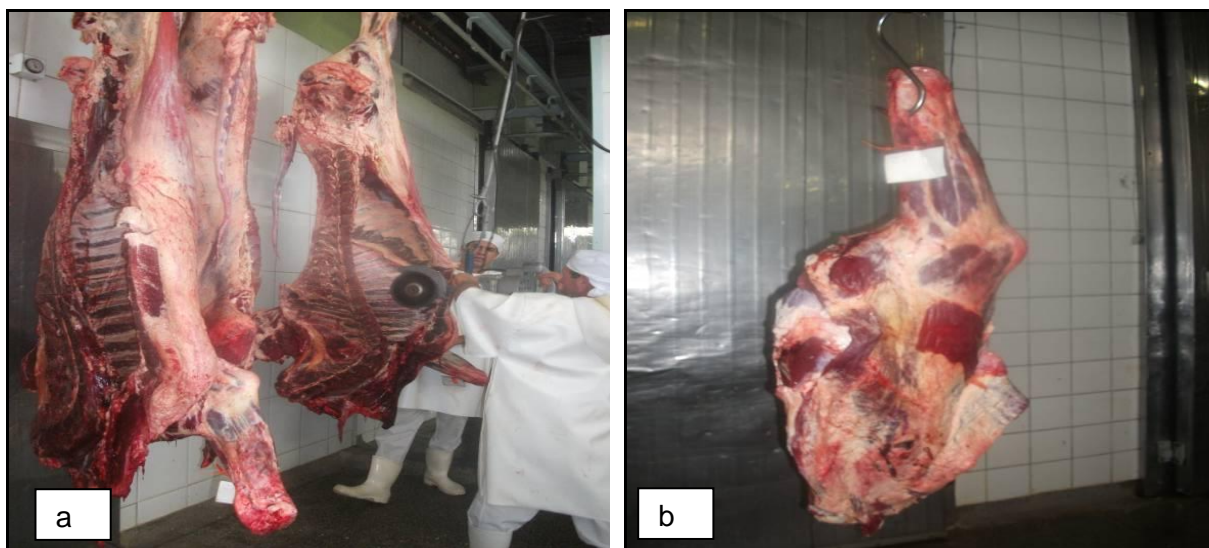
Figura 5: Pesagem dos animais.

Ao final do experimento oito animais de cada tratamento foram abatidos, após repouso de 12 horas. O abate foi realizado em um frigorífico comercial de inspeção estadual, no período da manhã, seguindo a legislação brasileira de acordo com o artigo nº. 110 do RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1968). O repouso teve como objetivo principal reduzir o conteúdo gástrico para facilitar a evisceração da carcaça. As carcaças foram serradas medialmente pelo esterno e coluna vertebral, originando duas metades semelhantes, que foram pesadas, determinando-se o peso das carcaças quentes

(PCQ): o peso das duas meias-carcaças (direita e esquerda) determinado em kg, logo após o abate, antes da carcaça entrar na câmara de resfriamento. E rendimento de carcaça quente (RCQ): foi determinado pela razão entre o peso da carcaça quente logo após o abate, e o peso vivo final obtido 14h antes e multiplicado por 100.

Posteriormente, as meias-carcaças direitas foram identificadas e acondicionadas em câmara fria, mantida a 1°C, na qual permaneceram por um período de 24 horas. Após este período, as meias-carcaças direitas resfriadas foram separadas nos seguintes cortes primários, coxão, ponta de agulha, cupim, alcatra e acém para a determinação do rendimento de cada corte (BRASIL, 1990), demonstrado na Figura 6.

Em um corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas, expondo o músculo *Longissimus dorsi* (LD) foi realizada a medida da espessura de gordura, obtida no terceiro quarto da altura desse músculo a partir da coluna vertebral, com auxílio de um paquímetro (Figura 6). Mensurou-se também a área de olho de lombo de cada animal, por meio de decalque do perímetro do músculo, em papel vegetal, por planimetria com o uso do software AutoCAD R14, conforme descrito por (CEZAR & SOUZA, 2007). Procedeu-se também a avaliação do comprimento e da profundidade da área de olho de lombo (AOL) de acordo com a metodologia descrita por (FARROW, et al. 2009).



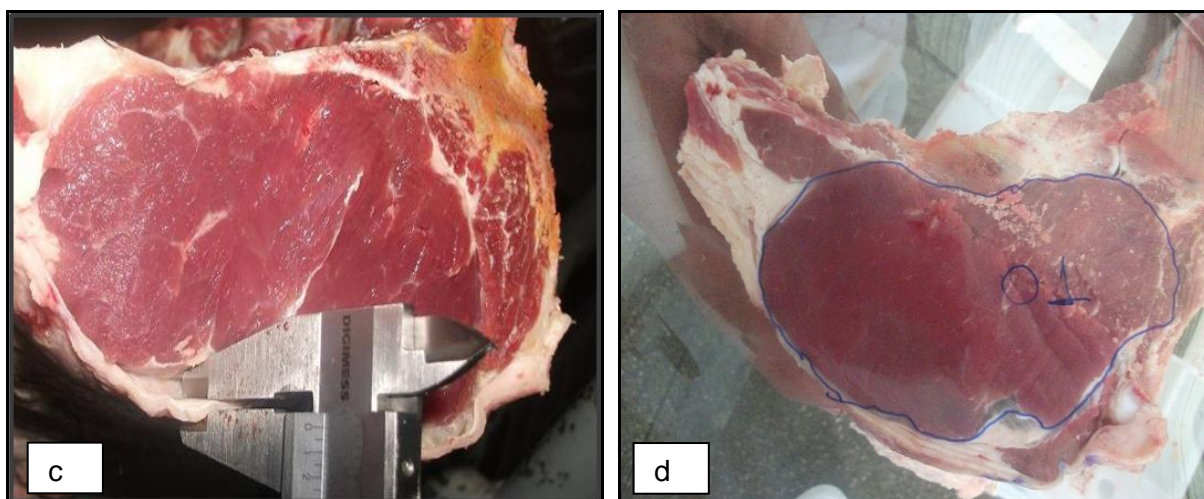


Figura 6. (a) Cortes, (b) pesagem dos cortes nobres, (c) medição da espessura do gordura, (d) mensuração da área de lombo.

2.4 Estimativa de consumo da matéria seca

Para a estimativa da excreção de matéria seca fecal (EF) foi utilizado o indicador externo denominado LIPE®, baseado na molécula de lignina (Saliba et al., 2003). O LIPE® foi administrado em dois animais de cada tratamento, por meio de sonda, na dosagem diária de 500 mg, fornecida pela manhã, uma vez por dia a cada animal, durante sete dias consecutivos, sendo dois dias de adaptação e cinco dias de coleta de fezes via retal. Posteriormente, as amostras de fezes foram pré-secadas em estufa ventilada a $55 \pm 5^\circ\text{C}$, moídas, homogeneizadas, constituindo-se uma amostra composta para cada animal. Em seguida foram acondicionadas em potes de plásticos com tampas e encaminhadas para análises.

O LIPE® foi analisado no Laboratório de Nutrição Animal da EV/UFMG, por meio de espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIV). O equipamento utilizado foi um VARIAN 800. A concentração do LIPE® nas fezes foi determinada com base em uma curva comparada com a curva do padrão LIPE®. A produção fecal foi calculada pela razão logarítmica das intensidades de absorção das bandas espectrais nos comprimentos de onda a 1050cm^{-1} e a 1650cm^{-1} , conforme descrito por (RODRIGUES et al. 2006).

Para a determinação da produção fecal (kg/dia de MS) de cada animal, foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{PF (Kg)} = (\text{Quantidade administrada} / \text{concentração do LIPE nas fezes}) \times 100$$

Realizou-se a digestibilidade *in vitro* dos alimentos volumosos e concentrados por meio da técnica Tilley e Terry (1963) para obter a digestibilidade da MS dos alimentos. Com os valores da produção fecal (PF) e da digestibilidade *in vitro*, estimou-se o consumo de matéria seca (CMS) por meio da equação:

$CMS = PF / (1 - DIVMS/100)$, em que:

CMS= Consumo de matéria seca

PF= Produção fecal

DIVMS= Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

2.5 Qualidade de carne

Após o resfriamento das carcaças coletou-se, entre a 11^a e 13^a costelas da meia carcaça direita, seções do músculo LD. Destas, uma seção perpendicular, de aproximadamente 1 Kg, oriundo da extremidade da 13^a costela, foi removida para realização da análise da gordura de marmoreio, índice de fragmentação miofibrilar, e da força de cisalhamento. As porções remanescentes foram embaladas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -20°C, para posteriores análises (CULLER et al., 1978).

As análises de qualidade de carne foram realizadas no Setor de Histologia e Embriologia do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

A determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Para isso, foram utilizadas amostras, de quatro gramas, livres de gordura e de tecido conectivo aparentes, do músculo LD. Após adição de 40 mL de Tampão (100mM KCL, 20mM de fosfato potássio pH 7,0, 1mM MgCl₂ e 1mM NaN₃, pH 7,0) de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TIMF) a 2°C, as amostras foram homogeneizadas, em tubo de centrífuga de fundo cônico de 50 mL de capacidade, por 30 segundos, a 18.000 rpm, em aparelho Ultra-Turrax MARCONI MA-102 acoplado com haste de cisalhamento inox AISI 304 (MA102A). Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1.000 x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi descartado. O pellet foi ressuspensionado em 20 mL de TIMF a 2°C e homogeneizado com bastão de vidro.

As amostras foram novamente centrifugadas a 1.000 x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi novamente descartado. O pellet foi, então, novamente ressuspensionado em 10 mL de TMFI à 2°C e misturado em vórtex até a amostra tornar-

se bastante homogênea para ser filtrada em peneira de polietileno com malha de 1 mm para retenção de tecidos (muscular e conectivo) não fragmentados. A seguir, quantificou-se as proteínas miofibrilares totais pelo método do Macro Biureto. Para a determinação do IFM as amostras foram diluídas, em tubo de vidro de 13 x 100 mm, com o TIFM de forma a se obter uma concentração de proteína de 0,5 mg/mL em um volume final de 8,0 mL. Os tubos foram submetidos à agitação vigorosa em vórtex antes de se realizar a leitura da absorbância a 540 nm em espectrofotômetro (QUIMIS®, Q798UV-DB). O valor de IFM foi obtido pelo seguinte cálculo: IFM = Absorbância X 200.

Na determinação da força de cisalhamento (WBSF), fatias de 2,5 cm do músculo LD foram descongeladas sob refrigeração (5°C) por 18 horas até atingirem a temperatura interna de 4°C, obtendo-se por diferença de peso do bife as perdas por descongelamento. Posteriormente os bifes foram assados em forno elétrico (LAYR, Luxo, 2.400W), provido de duas resistências (uma na parte superior e outra na parte inferior do forno), à temperatura de 170°C até atingirem a temperatura de 71°C no centro geométrico das amostras, o que foi monitorado com o auxílio de um termopar digital (Digi-Sense®, tipo J) acoplado a uma probe (OMEGA®, Hypodermic Needle Probe PS-21).

A determinação do marmoreio foi realizada utilizando-se uma porção *in natura* do músculo LD, que após ser triturada em homogeneizador de tecidos tipo TURRAX CT-132 foi submetida à extração dos lipídios por meio de etanol e clorofórmio (BLIGH & DYER, 1959). A quantificação dos lipídios foi feita pela diferença de peso das placas de petri contendo 4 mL do solvente residual extraído e evaporação em estufa a 105°C por 20 minutos.

2.6 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, considerando-se 5% para o erro alfa. As análises foram realizadas por meio do programa estatístico SAEG 9.1 (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho de bovinos em terminação alimentados com dieta com diferentes níveis de inclusão de cloridrato de ractopamina, encontram-se na Tabela 1.

Observou-se efeito linear crescente ($p < 0,05$) sobre o ganho de peso diário dos bovinos, com o aumento dos níveis de inclusão de cloridrato de ractopamina na dieta (Figura 7). Assim, os bovinos suplementados com 450 g.T^{-1} (9 ppm), 900 g.T^{-1} (18 ppm) e 1.350 g.T^{-1} (27 ppm) de cloridrato de ractopamina apresentaram, respectivamente, aumento de 9,05; 13,49 e 14,05% no ganho de peso em comparação àqueles que não foram suplementados com esse melhorador de desempenho. Resultados semelhantes foram observados por Schroeder et al. (2004), quando alimentaram bovinos em terminação com dietas contendo 9,1; 18,2, e 27,3 ppm de cloridrato de ractopamina, onde encontraram aumento no ganho de peso em 17,1, 19,6, e 25,7%, respectivamente, em comparação aos bovinos que não receberam suplementação de ractopamina na sua alimentação. Esses resultados são corroborados por Abney et al. (2007) que, também, observaram melhora no gaho de peso dos bovinos alimentados com dietas suplementadas com esse aditivo. O aumento no ganho de peso de bovinos suplementados com cloridrato de ractopamina pode ser explicado pelo seu efeito sobre o organismo animal, em modificar o metabolismo celular, promovendo aumento da síntese protéica e diminuição da síntese de lipídeos (SCHINKEL et al., 2003). Dessa forma, pode-se inferir que a ractopamina (RAC) altera a composição do ganho dos bovinos, que depositam mais proteína e menos gordura na carcaça.

Tabela 1. Resultados da avaliação de desempenho de bovinos de corte suplementados com cloridrato de ractopamina.

Variável	Nível de Ractopamina em g.T^{-1} (ppm)				CV%	Regressão
	0 g.T^{-1} (0 ppm)	450 g.T^{-1} (9 ppm)	900 g.T^{-1} (18 ppm)	1.350 g.T^{-1} (27 ppm)		
Peso Inicial (kg)	427,4	422,2	421,7	422,0	18,90	NS
Peso Final (Kg)	494,7	496,2	499,5	500,3	16,18	NS
Ganho de Peso Diário (kg)	1,602	1,762	1,852	1,864	12,44	L ¹
Conversão Alimentar	1,45	1,31	1,28	1,22	13,43	L ²

¹Efeito linear crescente ($p < 0,05$); ²Efeito Linear decrescente ($p < 0,05$).

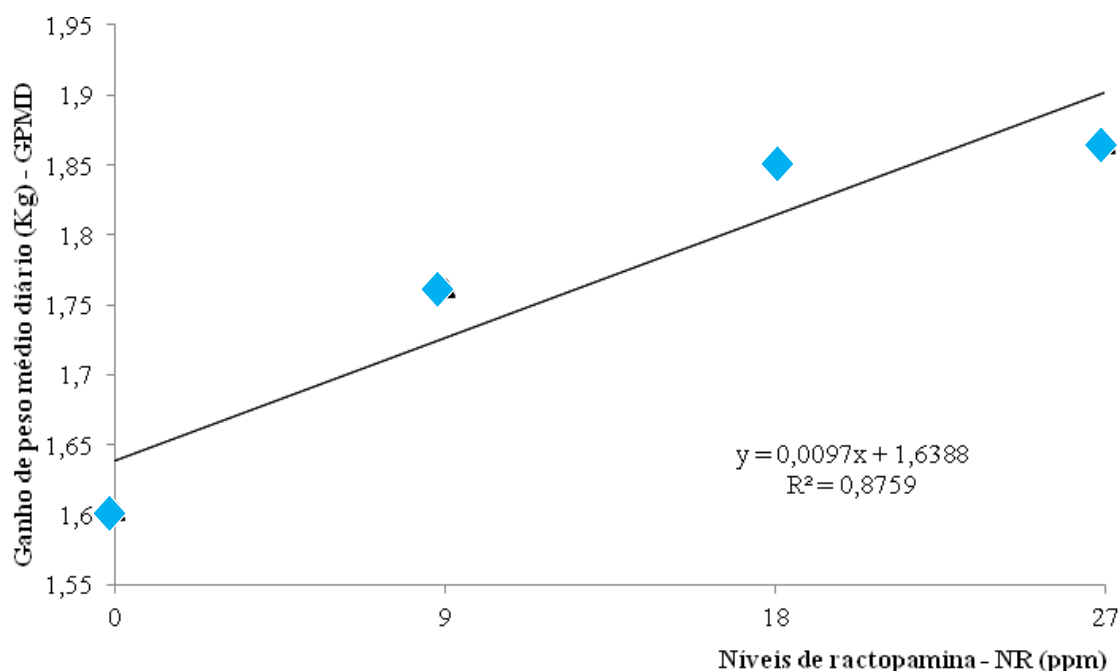


Figura 7: Efeito dos níveis crescentes do suplemento Cloridrato de Ractopamina sobre o ganho de peso médio.

A conversão alimentar melhorou de forma linear ($P < 0,05$) com o aumento no nível de ractopamina (NR) (Tabela 1 e Figura 8). Esse resultado está de acordo com Abney et al. (2007) e QUINN et al. (2008), onde demonstraram melhoria na conversão alimentar com o uso de Cloridrato de ractopamina na alimentação de bovinos. Provavelmente a melhoria na conversão alimentar, com o aumento no nível de inclusão de Cloridrato de ractopamina, possa ser explicada em função do direcionamento dos nutrientes para a deposição de tecido muscular, modulada pela ractopamina, pois a síntese de tecido magro requer menos nutrientes do que a síntese de gordura. Além disso a deposição de tecido muscular demanda menor aporte de energia sendo três vezes menor em relação àquela necessária à deposição de tecido adiposo (SCHINKEL et al., 2003; PEREIRA et al., 2008).

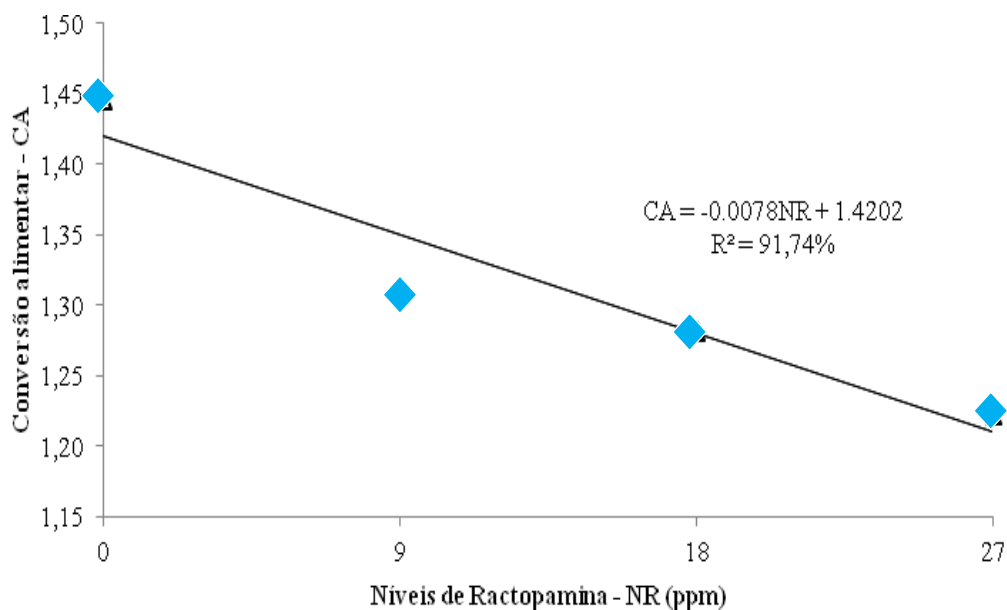


Figura 8: Efeito dos níveis crescentes do suplemento Cloridrato de ractopamina sobre a conversão alimentar (CA).

Os resultados de peso da carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), peso de cortes nobres, área de olho de lombo (AOL), largura, profundidade e a espessura de gordura do músculo *Longissimus dorsi* (LD) estão apresentados na Tabela 2.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de ractopamina sobre as variáveis PCQ, RC, AL, peso de cortes nobres e largura e profundidade do músculo LD. Resultados semelhantes foram obtidos por GRUBER et al. (2007) e QUINN et al. (2008) para RC e AL, respectivamente. Porém, diferem de outros estudos que mostraram aumento no RC, e na AL, de bovinos alimentados com ractopamina (WALKER et al, 1989 e SCHROEDER et al, 2004a).

A diminuição da espessura de gordura superficial foi significativa ($P < 0,05$) como o aumento dos níveis de ractopamina, o que proporcionou menor espessura de gordura com o maior nível de inclusão avaliado (Figura 9).

Tabela 2. Resultados do peso vivo (PV), peso da carcaça quente (PCQ) rendimento de carcaça (RC), peso de cortes nobres e espessura de gordura (EG) de bovinos suplementados com diferentes níveis de inclusão de cloridrato de ractopamina

Variável	Nível de Ractopamina em g.T ⁻¹ (ppm)				CV%	Regressão
	0 g.T ⁻¹ (0 ppm)	450 g.T ⁻¹ (9 ppm)	900 g.T ⁻¹ (18 ppm)	1.350 g.T ⁻¹ (27 ppm)		
Peso Vivo (kg)	491,88	497,13	496,25	491,88	14,45	NS
Peso da Carcaça Quente (kg)	270,70	274,27	272,14	280,66	15,88	NS
Rendimento de Carcaça (%)	54,92	55,19	54,78	57,05	5,72	NS
Área de olho de lombo (cm²)	71,91	68,10	70,30	63,88	16,78	NS
Largura (cm)	6,98	6,83	6,99	7,36	8,78	NS
Profundidade (cm)	12,98	12,87	12,97	12,48	9,78	NS
Cupim (kg)	4,87	3,02	3,66	3,95	38,79	NS
Paleta (kg)	21,58	21,88	21,31	22,47	16,43	NS
Acém (kg)	32,84	32,38	32,69	33,80	19,70	NS
Ponta de Agulha (kg)	15,19	16,19	14,69	15,81	21,23	NS
Alcatra (kg)	30,31	30,75	28,26	31,38	19,22	NS
Coxão (kg)	33,75	33,25	32,63	34,38	13,70	NS
Espessura de Gordura (mm)	2,76	2,63	2,48	1,98	28,40	L ¹

¹Efeito linear ($p < 0,05$); NS - Não significativo.

De fato a ractopamina tem um efeito peculiar na modificação e acabamento de carcaça. Scramlin et al. (2009), constataram seu efeito significativo na redução da espessura de gordura superficial. Outros autores (SCHROEDER et al., 2005.; WINTERHOLLER et al., 2008) também constataram diminuição na espessura de gordura superficial de bovinos de corte em terminação, o que indica que a ractopamina apresenta seu efeito melhorador aos rendimentos produtivos e nas características da carcaça.

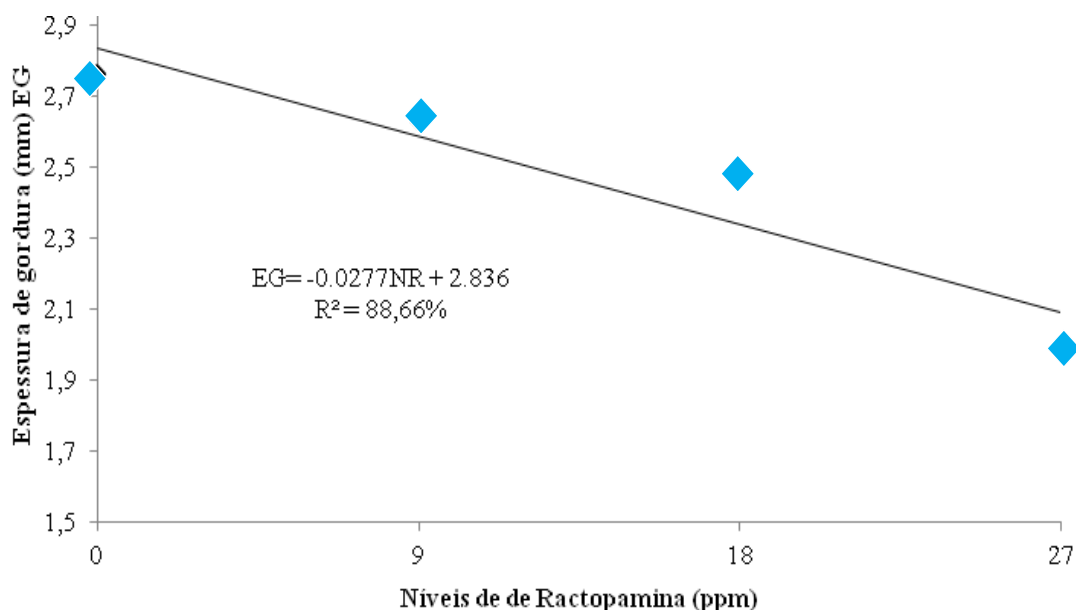


Figura 9. Efeito dos níveis crescentes do suplemento Cloridrato de Ractopamina sobre a espessura de gordura na carcaça.

As médias, com seus respectivos desvios padrões, para produção fecal (PF), em Kg de matéria seca, obtidos através do indicador externo denominado LIPE®, e o consumo de matéria seca (CMS), por meio da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em porcentagem, estão expostas na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), produção fecal (PF) consumo de matéria seca (CMS)

Instituição/análise	DIVMS %					
Variável	Nível de Ractopamina em g.T ⁻¹ (ppm)				CV (%)	Regressão
	0 g.T ⁻¹ (0 ppm)	450 g.T ⁻¹ (9 ppm)	900 g.T ⁻¹ (18 ppm)	1.350 g.T ⁻¹ (27 ppm)		
Produção fecal (kg)	2,82	3,05	3,03	3	5.780	NS
CMS g.kg ⁻¹	7,25	7,86	7,81	7,73	5.780	NS

NS - Não significativo.

¹Universidade Federal de Minas Gerais

O indicador externo LIPE® tem sido utilizado com sucesso para estimativa da produção fecal, sendo uma das ferramentas que facilita avaliar o consumo de matéria seca pelos ruminantes, principalmente, quando consideradas as dificuldades para determiná-lo, em animais sob pastejo (SALIBA et al., 2003). Assim neste experimento, a produção de matéria seca fecal (PMSF) e o consumo de

matéria seca não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Tal fato, evidencia o efeito positivo da inclusão da ractopamina na dieta dos animais, isto resultou em maior ganho de peso diário e melhor conversão alimentar nos bovinos que receberam o aditivo RAC. Resultado semelhante foi encontrado por Walker et. al (2006), onde o CMS não foi afetado pela inclusão de ractopamina. No experimento realizado por Quinn et al.,(2008), os dados de CMS também não foram diferentes ($P > 0,05$) entre os animais controles e os que receberam RAC. Porém apresentou menor CMS nos animais suplementados com RAC, em comparação aos animais controles, 9,86 e 10,1kg/dia, respectivamente. E em um outro experimento os resultados encontrados concordam com os achados pelo autor anterior, no qual bovinos suplementados com ractomamina consumiram menos matéria seca (8,37 kg/dia) do que animais controles (8,51 kg/dia), ou seja, a ingestão de matéria seca foi significativamente menor em ($P < 0,01$) (AVENDANO-REYES, et.al.,2006).

Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para a qualidade de carne, força de cisalhamento e marmoreio (Tabela 4). Contudo, houve diferença ($p < 0,05$) no índice de fragmentação miofibrilar (IFM), apresentando valores crescentes, com o aumento dos níveis de inclusão de ractopamina (Figura 10).

O IFM é uma medida do tamanho médio das miofibrilas e está relacionada a textura da carne. O IFM traduz a atividade proteolítica das miofibrilas, atividade que segundo Wheeler e Koohmaraie (1992), explicam a quase totalidade da maciez do músculo Longissimus dorsi (LD), após maturação. O IFM apresenta relação inversa com a força de cisalhamento, pois a medida que se aumentam os valores de IFM, diminuem-se os valores obtidos pela força de cisalhamento. Neste trabalho, essa relação está evidenciada nos tratamentos 900 g.T^{-1} e 1.350 g.T^{-1} , pois ocorreu um aumento do IFM, e verificou-se uma redução da força de cisalhamento, embora não tenha representação significativa.

Culler et al. (1978) relatam que valores de IFM acima de 60 caracterizam uma carne muito macia; valores abaixo de 60, uma maciez moderada e valores abaixo de 50, ausência de maciez. Os resultados deste estudo, demonstraram que a carne dos animais tratados com cloridrato de ractopamina, apresentaram IFM acima de 60, considerada como muito macia, o que comprova que a inclusão do aditivo não causou efeito negativo em relação a maciez da carne. Estes resultados corroboram aos valores de força de cisalhamento obtidos por Schiavetta et al. (1990) e Wheeler e Koohmaraie (1992), que observaram menores forças de cisalhamento para a carne de animais controle em comparação com aqueles alimentados com

agonistas beta-andrenérgicos. Por outro lado, no experimento realizado por Avendano-Reyes et al. (2006) a carne de novilhos que receberam ractopamina teve a força de cisalhamento significativamente maior ($P > 001$), em relação a dos animais que não foram suplementados com esse aditivo

São poucos os estudos que investigaram o efeito da alimentação contendo ractopamina em bovinos de corte, sobre os efeitos de força de cisalhamento e IFM. Porém, sabe-se, que a ractopamina é um agonista beta-andrenérgico menos potente em comparação com os demais, como clenbuterol e zilpaterol. Sendo assim, provavelmente, a redução na maciez da carne é menos drástica.

Tabela 4. Resultados da avaliação de qualidade de carne de bovinos alimentados com diferentes níveis de inclusão de ractopamina

Variável	Nível de Ractopamina em g.T ⁻¹ (ppm)				CV (%)	Regressão
	0 g.T ⁻¹ (0 ppm)	450 g.T ⁻¹ (9 ppm)	900 g.T ⁻¹ (18 ppm)	1.350 g.T ⁻¹ (27 ppm)		
Força de cisalhamento	4,56	4,47	5,26	4,58	21,41	NS
Índice de fragmentação miofibrilar	58,76	64,63	67,25	70,11	15,84	L1
Marmoreio	1,32	1,5	1,76	1,74	38,571	NS

¹Efeito linear ($p < 0,05$); NS - Não significativo.

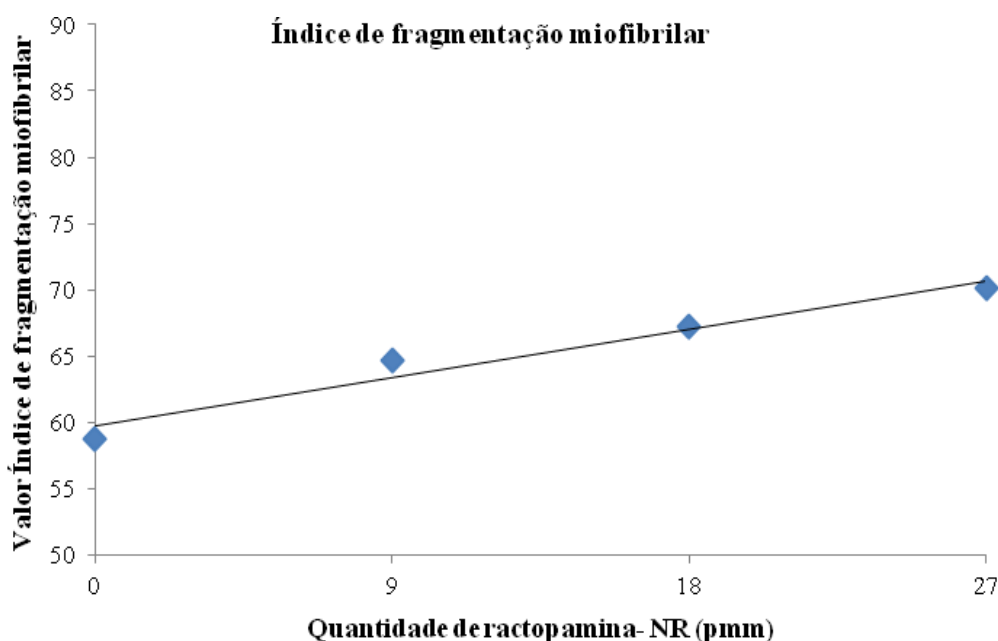


Figura 10. Efeito dos níveis crescentes do suplemento Cloridrato de Ractopamina (NR) sobre o índice de fragmentação miofibrilar (IFM).

4. CONCLUSÃO

A inclusão do Cloridrato de ractopamina aumenta o ganho de peso, melhora a conversão alimento, e reduz a espessura de gordura superficial na carcaça de bovinos nelore machos castrados em fase de terminação. Além disso, não apresenta impacto negativo na qualidade de carne, pois não reduz o marmoreiro e a maciez da carne desses animais.

5. AGRADECIMENTO

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, a Universidade Vila Velha, Universidade Federal de Viçosa, o CTA - Centro de Tecnologia Animal Ltda, a Quimiplan Análises e Consultoria Ltda e a Nutriave Alimentos Ltda por viabilizarem a realização desse estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVENDANO-REYES, L.; TORRES-RODRIGUEZ, V.; MERAZ-MURILO, F.J.; PÉREZ-LINRES, C.; FIGUEROA-SAAVEDRA, F.; ROBINSON, P.H. Effects of two beta-adrenergic agonists on finishing performance carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *Journal of Animal Science. J. Anim. Sci.*, v. 84, p. 3259-3265, 2006.

ABNEY, C. S. Effects of Optaflexx (Ractopamine Hydrochloride) on performance, rate and variation of intake, and acid-base balance in feedlot cattle. Ph.D. dissertation. Texas Tech University. 2006. Disponível em: http://thinktech.lib.ttu.edu/ttur/bitstream/handle/2346/1032/Abney_Cassie_S_Diss.pdf?sequence=1 Acessado em Junho de 2012.

ABNEY, C. S.; VASCONCELOS, J. T.; MCMENIMAN, J. P.; KEYSER, S. A.; WILSON, K. R.; VOGEL, G. J.; GALYEAN, M. L. Effects of ractopamine hydrochloride on performance, rate and variation of intake, and acid-base balance in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 85:3090-3098, 2007.

WALKER, D. K.; TITGEMEYER, E. C.; DROUILLARD, J. S.; LOES, E. R.; DEPENDBUSCH, B. E.; WEBB, A. S. The effect of ractopamine hydrochloride on nitrogen retention, growth performance, and carcass composition of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67(Suppl. 1):222. (Abstr.) 1989.

BARBOSA, F. A.; GUIMARÃES, P. H. S.; ANDRADE, V. J.; GRAÇA, D. S.; CEZAR, I. M.; SOUZA, R.C.; LIMA, J. B. M. P. Análise da viabilidade econômica da terminação de bovinos de corte em confinamento: uma comparação de dois sistemas. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 43, 2006.

BLIGH G. E., DYER J. W. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* , 37(8):911-917.1959.

BRASIL. Decreto nº 63.526 de 04 de Novembro de 1968, Ministério da Agricultura, Brasil. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>, acessado em outubro de 2012.

BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Padronização de cortes de carne bovina. Brasília: MA/SNAD/SIPA. 98p. 1990.

CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas, obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 232p.2007.

CULLER, R.D.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *Journal of Food Science*. Chicago, v. 43, p 1117, 1978.

DUNSHEA, F. R.; D´SOUZA, D. N.; PETHIC, D. W.; HARPER, G. S.; WARNER, R. D. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat., *Meat Science*, v. 71, p. 8-38, 2005.

FARROW, R. L.; LONERANGAN, G. H.; PAULLI, J.W.; LAWRENCE, T.E. An exploratory observational study to develop an improved method for quantifying beef carcass salable meat yield. *Meat Science*. 43–150. 2009.

GREENQUEST, M. A., VANDER POL, K. J.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; VAN KOEVERING, M. T.; and PLATTER, W. J. Growth performance profile and carcass characteristics of steers fed Optaflexx®. Page 116 in Proc. Plains Nutr. Council. AREC 04-14, Texas A&M Res. and Extension Ctr. Amarillo, TX. 2006.

GRUBER, S. L., TATUM, J. D.; ENGLE, T. E.; MITCHELL, M. A.; LAUDERT, S. B.; SCHROEDER, A. L.; PLATTER, W. J. Effects of ractopamine supplementation on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers differing in biological type. *J. Anim. Sci.*85:1809–1815.2007.

JOHNSON, B. J.; ANDERSON, P. T.; MEISKE, J. C.; DAYTON, W. R. Effect of a combined trembolone acetate and estradiol implant on feedlot performance, carcass characteristics, and carcass composition of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. *J. Ani. Sci.* 74:363-371. 1996a.

JOHNSON. B. J.; HATHAWAY, P. T.; ANDERSON, J. C.; MEISKE. Stimulation of Circulation insulin like growth factor I (IGF-I) and insulin- like growth factor binding proteins (IGFBP) due to administration of a combined trenbolone acetate and estradiol implant on feedlot performance, carcass characteristics, and carcass composition of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. J Anim Sci 74:372-379.1996b.

LAUDERT, S. B.; VOGELI, G. J.; SCHROEDER, A. L.; PATTER, W. J.; and VANKOEVERIN, M. T. The effect of Optaflexx on growth performance and carcass traits of steers. *Optaflexx Exchange: Scientific Update No. 4*. Elanco Animal Health, Greenfield, IN.2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C.: National Academy Press., 261 P.2000.

PEREIRA, F. A.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; FERREIRA, W. M.; LANNA, A. M. Q.; CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; MARINHO, P. C.; AROUCA, C. L. C.; SALUM, G. M. Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 4, p. 943-952, 2008.

QUINN. M. J.; REINHARDT. C. D.; LOE. E. R.; DEPENBUSCH. B. E.; CORRIGAN. M. E.; MAY. M. L.; and DROUILLARD. J. S. The effects of ractopamine-hydrogen chloride (Optaflexx) on performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing feedlot heifers. *Journal of Animal Science*. J ANIM SCI, 86:902-908.2008.

RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES. R. J. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 43., 2006, João Pessoa- PB. Anais.: João Pessoa: SBZ, p 323-352. 2006.

ROEBER, D. L.; CANNELL, R. C.; BELK, K. E.; MILLER, R. K.; TATUM, J. D.; SMITH, G. C. Implant strategies during feeding : Impact on carcass grades and consumer acceptability. *Journal of Animal Science*. J Anim Sci. 78:1867-1874.2000.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; PILO-VELOSO, D. Purified lignin extruded from *Eucalyptus grandis* (PELI), used as an external marker in digestibility trials in various animal species. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. Proceedings... Porto Alegre: WAAP/ALPA/SBZ/UFRGS, 2003.

SALIBA, E.O.S. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005, Belo Horizonte-MG:Escola de Veterinária da UFMG, p. 04-22. 2005.

SCHIAVETTA, A. M.; MILLER, A. M.; LUNT D. K.; DAVIS. S. K.; SMITH, S. B. Adipose tissue cellularity and muscle growth in young steers fed the beta-adrenergic agonist clenbuterol for 50 days and after 78 days of withdrawal. *Journal of Animal Science*. J. Anim. Sci. 68 : 3614 -3623. 1990.

SCHINCKEL, A. P.; RICHERT, B. T.; HERR, C. T. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. *Journal of Animal Science*, v.81, n.5, p.1106-1119, 2003.

SCHROEDER, A. L.; POLSER, D. M.; LAUDERT, S. B.; G. VOGEL. G. J. The effect of Optaflexx on growth and performance and carcass traits of heifers. Optaflexx Exchange: Scientific Update No. 2. Elanco Animal Health, Greenfield, IN. 2003.

SCHROEDER, A. L.; POLSER, D. M.; LAUDERT, S. B.; VOGEL, G. The Effect of OptaflexxT on Growth Performance and Carcass Traits of Steers. *Journal of Animal Science*. J ANIM SCI 2008, 86:902-908. 2004.

SCHROEDER, A. L.; POLSER, D. M.; LAUDERT, S. B. VOGEL, G. J. Effects of Optaflexx on sensory properties of beef. Pages 73- 81 in Proc. Southwest Nutritionand Management Conference, Univ. of Arizona, Tucson. 2004a.

SCHROEDER. A. D.; HANCOCK, D.; MOWREY, S.; LAUDERT, G Dose titration of Optaflexx (ractopamine HCl) evaluating the effects on standard carcass characteristics in feedlot steers . *Journal of Animal Science* J. Anim. Sci.83 Suppl.1: 111 . 2005.

SCRAMLIN, S. M.; PLATTER, W. J.; GOMES, R. A.; CHOAT, W. T.; MCKEITH, F. K, KILLEFER. Comparative effects of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass traits, and longissimus tenderness of finishing steers¹. Journal of Animal Science. J ANIM SCI 2010, 88:1823-182. 2009.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc., v.18, p.104-111, 1963.

UFV. Universidade Federal de Viçosa. S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG (Versão 9.1). 2007.

WALKER, D. K.; TITGEMEYER, E. C.; DROUILLARD, J. S.; LOE, E. R. EFFECTS OF RACTOPAMINE AND PROTEIN SOURCE ON GROWTH PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF FEEDLOT HEIFERS. Effects of ractopamine and protein source on growth performance and carcass characteristics of feedlot heifers. Journal of Animal Science. J ANIM SCI 2006, 84:2795-2800. 2006.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Effects of the beta-adrenergic agonist L644,969 on muscle protein turnover, endogenous proteinase activities, and meat tenderness in steers. Journal of Animal Science, v.70, p. 3035-3043, 1992.

WINTERHOLLER, S. J.; PARSONS, G. L, WALKER, D. K.; QUINN, M. J.; DROUILLARD, J. S.; JOHNSON, B. J. Effect of the management system in response to the containment ractopamine-HCl yearling steers. Journal of Animal Science. J. Anim. Sci. 86 : 2401 -2414.2008.