



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

Éder Melero Júnior

FATORES QUE AFETAM O MARMOREIO NA CARNE BOVINA

“REVISÃO BIBLIOGRÁFICA”

Ilha Solteira - SP 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ZOOTECNIA

FATORES QUE AFETAM O MARMOREIO NA CARNE BOVINA

“REVISÃO BIBLIOGRÁFICA”

Éder Melero Júnior

Profa. Dra. Rosemeire da Silva Filardi

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Engenharia do Campus de Ilha Solteira
– UNESP, como parte dos requisitos
para obtenção do grau de Zootecnista.

Ilha Solteira - SP

Junho de 2021

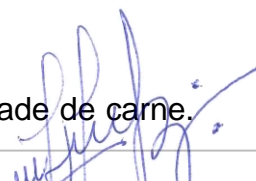
FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M519f Melero Júnior, Éder .
Fatores que afetam o marmoreio na carne bovina / Éder Melero
Júnior. --Ilha Solteira: [s.n.], 2021
27 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira, 2021

Orientador: Rosemeire Da Silva
Filardi Inclui bibliografia

1. Aditivos. 2. Lipídeos. 3. Qualidade de carne.



João Josué Barbosa
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Diretor Técnico
CRB 8-5642

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ZOOTECNIA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: "FATORES QUE AFETAM O MARMOREIO NA CARNE BOVINA (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA)"

ALUNO(A): ÉDER MELERO JÚNIOR – RA 142053661

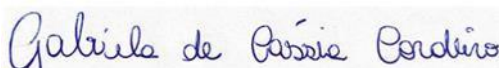
ORIENTADORA: Profa. Dra. Rosemeire da Silva Filardi

- Aprovado (x) - Reprovado () pela Comissão Examinadora

Comissão Examinadora:



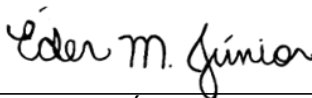
Profa. Dra. Rosemeire da Silva Filardi
Presidente (Orientadora)



Mestranda Gabriela da Cássia Cordeiro



Mestranda Mayara Caroline Augusto



Aluno: Éder Melro Júnior

Ilha Solteira(SP), 29 de novembro de 2021

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, por sempre me apoiarem em minhas decisões, aos meus amigos por sempre estarem junto comigo, e Profa. Dra. Rosemeire Filardi, por ter me deixado contar com a ajuda dela.

RESUMO

A gordura de marmoreio é um fator que aumenta a qualidade do produto final e o valor agregado, em muitos países o marmoreio é uma característica de classificação das carnes. No Brasil ainda não há a classificação de acordo com o marmoreio, mas o mercado de carnes de qualidade está em alta expansão. A gordura de marmoreio aumenta a maciez e a suculência da carne os quais são atributos que os consumidores julgam como determinantes para a compra. Muitos fatores afetam a deposição de gordura de marmoreio, como os processos de adipogênese e lipogênese. Esses mecanismos são controlados por genes, os quais podem ser mais expressivos em determinadas raças. Além do fator genético a nutrição do animal na fase de terminação, bem como na fase fetal, também afeta a gordura de marmoreio, uma vez que o nível energético do animal é um determinante para a deposição de gordura na carcaça como um todo. Dieta rica em concentrado aumenta a deposição de gordura de marmoreio, são mais energéticas e resultam em maior energia disponível para o ganho, contudo podem favorecer para a biohidrogenação por rota alternativa produzindo ácido antilipogênico o qual deprime a deposição de gordura na carcaça. A utilização de aditivos visando aumento da eficiência alimentar como ionóforos ou beta agonistas e beta adrenérgicos podem também resultar em redução da gordura de marmoreio. Aumentar a deposição de gordura intramuscular requer trabalhar com raças que apresentam maior predisposição genética bem como trabalhar a nutrição do animal desde a fase fetal. O conjunto de fatores bem trabalhados resulta em aumento de qualidade da carne a partir do aumento do marmoreio.

Palavras chave: Aditivos, Lipídeos. Qualidade de carne.

ABSTRACT

Marbling is a factor that increases meat quality and value, in many countries marbling is a characteristic of meat classification. In Brazil there is still on classification using marbling, but the quality meat brand is in high expansion. Marbling increases the tenderness and juiciness of the meat, which are attributes that consumers consider to be decisive for the purchase. Many factors affect the deposition of marbling, the processes of adipogenesis and lipogenesis are necessary to increase marbling in meat, these are controlled by genes, which can be more expressed in certain breeds. In addition, the nutrition of the animal in feedlot as well as in the fetal phase also affects the marbling fat. Energy level of the animal is a determinant for the deposition of fat fat in the carcass. Diet rich in concentrate increases the deposition of marbling fat, are more energetic and result in greater energy available for gain, however they can favor biohydrogenation by an alternative route producing antilipogenic acid which depresses the deposition of fat in the carcass. The use of additives aimed at increasing feed efficiency such as ionophores or beta-adrenergic agonists may also result in a reduction in marbling fat. Increasing the deposition of intramuscular fat requires careful with breeds that have a greater genetic predisposition as well as working on the animal's nutrition from the fetal stage. The set of well-worked factors results in an increase in meat quality from the increase in marbling.

Key words: Feed additive, Lipids. Meat quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Biohidrogenação do ácido graxo linoleico (C18:2) feito por microrganismos ruminais em situações de pH normal (esquerda) e em situações de baixo pH ruminal (direita).	10
---	----

Sumário

1. INTRODUÇÃO	2
2.1. Adipogênese e lipogênese	4
2.2. Raça.....	6
2.3. Sexo e condição sexual	7
2.4. Nutrição.....	8
2.4.1. Lipídeos.....	9
2.4.2. Beta agonistas.....	12
2.4.3. Ionóforos	13
2.4.4. Nutrição materna durante a gestação	13
3. CONCLUSÃO	14
4. REFERÊNCIAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

A carne, é um dos principais alimentos presente na dieta humana ao redor do globo, no Brasil o consumo de carnes está dividido entre as categorias bovina, suína e de frango, que chegam a ter um consumo per capita ano de 35 kg, 14,8 kg e 44,1 kg respectivamente (Anualpec, 2018). Além disso os consumidores de carne são cada vez mais exigentes em relação à qualidade, e esta é diretamente relacionada às preferências do consumidor. As características visuais e sensoriais transmitem credibilidade ao produto conferindo segurança a saúde daqueles que venham a consumir (WATKINS et al., 2013).

As características visuais podem ser avaliadas a partir de parâmetros como a cor da carne, textura da carne, quantidade e distribuição (subcutânea e intramuscular) de gordura no corte (SAÑUDO et al., 2013).

A gordura localizada intramuscular é a gordura do marmoreio, a qual é um fator que confere qualidade ao produto, uma vez que é correlacionada positivamente com a maciez e a suculência da carne (DU et al., 2013; HASMAN et al., 2014). Muitos consumidores buscam carnes com alto grau marmoreio e estão dispostos a pagar por essa carne de qualidade superior.

Em vários países do mundo como EUA, Japão, Austrália e União Europeia, existe a classificação de carnes de acordo com o grau de marmoreio e embora no Brasil essa classificação ainda não seja regulamentada nos últimos anos mercado para carnes gourmet intensificou demonstrando o cenário futuro com o, mercado consumidor em busca de carne de alta qualidade.

A maciez é um dos principais atributos de qualidade da carne sendo a característica organoléptica de maior influência na aceitabilidade pelos consumidores (ALVES et al., 2005; PARMIGIANI e TORRES, 2009). Emerson (2012) em um trabalho com carne bovina com diferentes pontuações no *marbling score grade* – USDA, observou que o marmoreio está positivamente correlacionado com a aceitabilidade dos consumidores. As carnes classificadas como “choice” e “prime” com marmoreio abundante apresentaram as melhores experiências sensoriais aos consumidores.

Portanto a presente revisão tem o objetivo de elucidar os conhecimentos já consolidados na literatura, sobre os fatores que possivelmente influenciam a deposição da gordura de marmoreio em bovinos, e como adequar os sistemas produtivos para a produção de melhor qualidade, assim agregando valor no produto final.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Adipogênese e lipogênese

O tecido adiposo é responsável por inúmeras funções nos mamíferos, e a função primordial do tecido adiposo é servir como reserva energética do organismo. Assim existem quatro principais depósitos de gordura em ruminantes, sendo estes: gordura subcutânea, gordura associada aos órgãos internos e por fim, os depósitos Inter e intramuscular os quais constituem a gordura de marmoreio e podem colaborar para o aumento do valor agregado deste produto (HAUSMAN et al., 2014).

Dois eventos são necessários para que ocorra a deposição de gordura, a adipogênese (diferenciação das células adiposas) e a lipogênese (síntese de lipídeos), vias anabólicas complexas e reguladas por um grande número de enzimas, hormônios regulam o metabolismo da deposição e diferenciação (BULLE et al., 2002).

Os fatores de transcrição pertencentes à família C/EBP (Enhancer binding protein) e o PPAR (Peroxisome proliferator-activated receptor) regulam a adipogênese (DU et al., 2010b; YAMADA et al., 2009). Durante o processo de formação das células adiposas C/EBP α é ativado e se liga a promotores de PPAR, que são induzidos a expressão. A expressão de PPAR γ por sua vez ativa a expressão de C/EBP α esse processo é uma ação autorregulada e estimula a diferenciação das células mesenquimais em adipócitos (ROSEN et al., 2002). Esse processo de diferenciação das células adiposas ocorre de forma mais intensa durante a fase fetal e a fase jovem dos animais e ao longo de toda vida ocorre o processo de hipertrofia das células do tecido adiposo que é dependente de níveis energéticos do animal.

O processo de hipertrofia do tecido adiposo é dependente da lipogênese que é a síntese de novo ácidos graxos, os quais serão depositados nas células adiposas, esse evento é mais importante sobre a deposição de gordura do que a adipogênese (KOZLOSKI, 2017).

Em animais ruminantes a lipogênese ocorre em maior quantidade nos tecidos periféricos do que no fígado (BAUMAN E DAVIS, 1975) e os substratos para a síntese de novo são: acetato, glicose e lactato (PETHICK et al., 2004), há um contra senso na literatura, e alguns autores sugerem que a gordura de marmoreio é proveniente principalmente da glicose e outros autores sugerem que é o acetato.

De acordo com Gilbert et al. (2003), o tecido adiposo intramuscular usa alta proporção de glicose para a síntese de ácidos graxos, diferente do tecido adiposo subcutâneo, que utiliza principalmente acetato para a deposição de lipídeos. Os autores relataram também que o tecido adiposo intramuscular é mais sensível à insulina, quando comparado ao tecido adiposo subcutâneo. Sendo assim, alimentos que aumentam a produção de propionato, como o milho e outros grãos, têm maior capacidade glicogênica e insulinogênica, o que poderia aumentar a deposição de gordura intramuscular.

Smith e Crouse (1984) demonstraram que a glicose contribuía com maior proporção de unidades de acetil para a síntese de novo de ácidos graxos no tecido adiposo intramuscular, quando comparada ao tecido adiposo subcutâneo, sendo responsável por aproximadamente 70% do fornecimento de acetil necessários para a síntese, enquanto que o acetato e o lactato contribuía com apenas 20%. Embora exista essa divergência em relação a substrato para a síntese de novo, o outro ponto de importância é a energia metabolizável (EM), à medida que aumenta a EM aumenta a disponibilidade dos precursores para a síntese novo e conseqüentemente promove maior deposição de gordura.

Como descrito anteriormente a deposição de gordura intramuscular é um conjunto de eventos complexos dependentes da disponibilidade do substrato, e é regulado por genes e controlados por hormônios (DU et al., 2010) Aumentar a deposição de gordura de marmoreio é uma excelente forma de aumentar a qualidade e valor agregado da carne, contudo é muitos fatores podem afetar a deposição da gordura de marmoreio.

2.2. Raça

A raça é um fator que afeta a deposição de gordura de marmoreio devido a predisposição genética já que a lipogênese e adipogênese são reguladas por genes, e neste sentido podem ser mais ou menos expressos em determinadas raças. A precocidade pode ser definida como a velocidade que o animal atinge a puberdade, ocasião em que cessa o crescimento ósseo, diminui a taxa de crescimento muscular e é intensificado o preenchimento dos adipócitos, ocorrendo deposição de gordura na carcaça. Na ordem de deposição de tecido a gordura de marmoreio é a última a ser depositada, dessa forma para uma mesma idade, animais mais precoces irão apresentar maiores taxas de gordura intramuscular que os animais tardios. Em geral, animais mais precoces possuem menor tamanho e começam a depositar gordura a um menor peso (DE LIMA JÚNIOR et al., 2011).

King et al. (2006) que utilizaram animais de diferentes graus de sangue *Bos taurus indicus* ($\frac{3}{4}$ *Bos taurus indicus* x $\frac{1}{4}$ *Angus* (*Bos taurus taurus*) ou $\frac{3}{4}$ *Angus* (*Bos taurus taurus*) x $\frac{1}{4}$ *Bos taurus indicus*) e avaliaram todas as características relacionadas ao desempenho e qualidade de carcaça e carne verificaram grau de marmorização e a classificação americana Quality Grade (relativa à maturidade da carcaça e marmorização) apresentaram valores maiores nos animais com maior grau de sangue *Bos taurus taurus*.

DiConstanzo (2004) avaliou a qualidade da carne de diferentes raças de corte e encontrou, para as raças britânicas *Angus* e *Hereford*, de pequeno e médio porte, respectivamente, elevada espessura de gordura subcutânea e grau de marmoreio. Já as raças zebuínas apresentaram boa EGS, mas a carne bem menos marmorizada que as raças britânicas.

A raça do animal está diretamente correlacionada com a predição do tamanho corporal do animal, e estes dois fatores são de extrema importância para a estimativa da exigência energética e proteica dos animais. Os requerimentos de energia líquida para crescimento como por exemplo (ELg) são estimados como a soma de energia depositada na forma de proteína e gordura. O NRC (1984, 1996) estima as exigências de energia para ganho, com base no peso médio e ganho de peso diário. Os requerimentos são ajustados de acordo

com as condições específicas, como tamanho do animal, sexo e uso de implantes e hormônios. O sistema de Cornell (Fox et al., 1992), usa equações semelhantes às do NRC (1984) para predizer os requerimentos nutricionais, consumo e eficiência de utilização da energia dos alimentos. Entretanto, são considerados os efeitos de vários fatores sobre estas equações como tamanho e condição corporal, estágio de crescimento, frações das proteínas e dos carboidratos nos alimentos, suas taxas de digestão e passagem e condições ambientais.

Desta forma, animais de raças diferentes como por exemplo Nelore e Senepol, possuem tamanhos corporais diferentes e épocas de deposição de gordura intramuscular distintas, o que confere a relevância de adequar o sistema de produção, desde a nutrição a idade ao abate, para o animal buscando o ponto ótimo entre a qualidade da carne produzida e o investimento realizado nesse animal (NASEM, 2016).

2.3. Sexo e condição sexual

Devido ao dimorfismo sexual, o desenvolvimento dos tecidos é diferente entre os gêneros (macho, macho castrado e fêmeas). Em todas as espécies, o macho apresenta uma taxa anabólica de deposição de tecido muscular superior à das fêmeas e a deposição de tecido adiposo é mais tardia. Ao abate, em idades semelhantes, as fêmeas irão apresentar maior quantidade de tecido adiposo em relação aos machos.

A classe (machos ou fêmeas) e a condição sexual (castrados ou não castrados) também têm efeito sobre o crescimento e a deposição de tecidos corporais (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Machos não castrados apresentam desempenho superior, e o sexo influencia fortemente a deposição de gordura, as fêmeas depositam mais gordura do que os castrados que por sua vez depositam mais gordura na carcaça do que os machos inteiros. (PAULINO et al. 2008).

Em geral, o desempenho dos animais imunocastrados mostram-se intermediários entre os animais inteiros e castrados cirurgicamente, com redução

média de 11,18% no ganho de peso diário em comparação aos animais não castrados e médias 11,49% maiores que os animais castrados cirurgicamente. A redução no ganho de peso em resposta a castração, imunológica ou cirúrgica, ocorre devido a antecipação da maturidade fisiológica, com desaceleração na deposição de massa muscular e acréscimo na taxa de deposição de gordura na carcaça, justificando a semelhança na ingestão de matéria seca e redução da eficiência alimentar entre as condições sexuais (OWENS, 1993; CUNHA, 2019), portanto, animais castrados apresentam melhor deposição de gordura subcutânea, intramuscular, conseqüentemente menor pH e características visuais da carne de que animais inteiros, porém menor deposição de musculatura, eficiência alimentar e peso de carcaça, por entrarem precocemente em maturidade fisiológica (CUNHA, 2019).

2.4. Nutrição

O manejo nutricional apresenta efeito a deposição de gordura na carcaça. A fase de terminação de bovinos em confinamento recebe um grande enfoque para aumentar o teor de gordura na carcaça, tanto a gordura subcutânea quanto a gordura de marmoreio. Utilização de dietas com elevada energia visa aumentar a deposição de gordura fazendo a hipertrofia dos adipócitos (PAULINO et al., 2012).

O nível de energia do animal é determinante para a deposição de gordura, uma vez que o armazenamento ocorre após o suprimento das demandas energéticas. Animais consumindo dietas com elevado teor de concentrado ingerem mais energia, o que proporciona maior taxa de crescimento o que afeta indiretamente a textura, maciez e suculência por meio da maior deposição de gordura intramuscular. Dessa forma, fica evidente que o sistema de terminação influenciará a composição química e conseqüentemente a qualidade da carne. Keane e Allen (1998) analisaram a composição química da carne de bovinos terminados em confinamento ou a pasto e encontraram menores teores de gordura nos animais submetidos ao sistema de produção menos intensiva.

A deposição de gordura é influenciada pelos níveis energéticos e por ação hormonal a partir da insulina, que vão atuar de forma conjunta. A insulina é hormônio anabólico essencial na manutenção da homeostase da glicose. É secretado pelas células β das ilhotas pancreáticas em resposta a elevação da concentração dos níveis circulantes de glicose e aminoácidos (NELSON, 2014).

A maior concentração de insulina e glicose em animais ruminantes está associado a maiores depósitos de gordura na carne e na carcaça, isso porque a insulina estimula a captação de glicose pelas células e a sua utilização. Dessa forma, quando a concentração de glicose excede as necessidades energéticas e são direcionadas para a lipogênese, o que culmina em maior deposição triglicérides na carne (KOZLOSKI, 2017). Neste sentido dietas ricas em grãos podem favorecer para a deposição de gordura, uma vez que promove aumento na concentração de propionato o qual é precursor da glicose em ruminantes (BERCHIELLI, 2006).

Schoonmaker et al. (2003) trabalhando com novilhos alimentados em terminação consumindo diferentes dietas observaram que as concentrações de insulina em novilhos alimentados com dietas de alto concentrado foram superiores em relação aos novilhos alimentados com dietas de alta forragem. Os autores relataram que o músculo *Longissimus dorsi* e o tecido adiposo de animais alimentados com alto concentrado, não somente apresentaram maiores concentrações de insulina circulante, mas também estavam mais sensíveis aos seus efeitos na absorção de glicose e subsequente utilização.

2.4.1. Lipídeos

A utilização de lipídeos na dieta de animais ruminantes é uma forma de aumentar a energia na dieta e pode também afetar a deposição de gordura na carne, isso porque aumenta o pool de ácidos graxos e triglicérides pré formados os quais poderão ser depositados na carcaça dos animais. Contudo a inclusão de lipídeos na dieta de animais ruminantes não deve exceder 7%, uma vez o extrato etéreo da dieta pode apresentar efeitos negativos sobre a digestão da fibra e população de microrganismos ruminais (PALMQUIST e MATTOS, 2006).

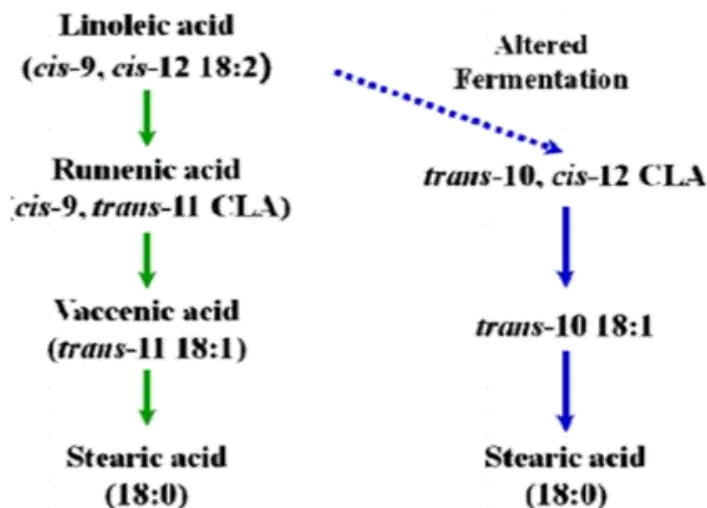
Dietas com alto concentrado favorece a deposição de gordura, contudo é necessário se atentar ao pH ruminal, dessa forma trabalhar com dietas ricas em concentrado requer a mínima inclusão de fibra fisicamente efetiva a fim de estabilizar o pH ruminal (MERTENS, 1997).

A importância da manutenção do pH ruminal não é somente visando a saúde do animal, mas também a deposição de gordura na carcaça. No rúmen ocorrem modificações dos lipídeos, a primeira etapa é a hidrólise extracelular da ligação éster, por meio da ação de enzimas lipolíticas das bactérias, com a liberação de ácidos graxos não esterificados, glicerol e galactose (KOZLOSKI, 2009). O glicerol e a galactose são, prontamente, metabolizados pelas bactérias, formando ácidos graxos voláteis. Os ácidos graxos insaturados, por sua vez, ficam sujeitos ao processo de biohidrogenação.

A biohidrogenação consiste na adição de hidrogênio aos ácidos graxos nos locais das duplas ligações, processo feito por enzimas redutases (KOZLOSKI, 2009). Em seguida ocorre isomerização por enzimas produzidas pelos microrganismos ruminais, com mudanças de posição e conformação das ligações cis para ligações trans. A biohidrogenação de ácidos graxos insaturados pode ser completa ou incompleta sendo o ácido esteárico (C18:0) resultante do processo completo de biohidrogenação.

A Figura 1 demonstra a biohidrogenação do ácido linoleico c9, c12 C18:2, em situações normais de pH ruminal o primeiro passo da biohidrogenação produz o ácido graxo remenico o c9, t11 C18:2, mas em situações de baixo pH ruminal ocorre a formação do ácido graxo t 10 c12 C18:2 o qual apresenta um efeito antilipogênico nos tecidos (LADEIRA et al, 2018). Essa alteração da rota da biohidrogenação ocorre devido a alteração dos microrganismos ruminais que realizam a primeira trans isomerização. Esses microrganismos são sensíveis ao baixo pH ruminal, neste sentido quando a inclusão de altas proporções de grãos na dieta decresce o pH ruminal e o primeiro passo da biohidrogenação é feito por outro de grupo de microrganismos os quais produzem o t10, c12 C18:2 e este ácido graxo atua na expressão de genes relacionados a lipogênese nos tecidos e na glândula mamária (LADEIRA et al., 2018)

Figura 1. Biohidrogenação do ácido graxo linoleico (C18:2) feito por microrganismos ruminais em situações de pH normal (esquerda) e em situações de baixo pH ruminal (direita).



FONTE: Adaptado Baumann e Lock (2006).

Teixeira et al. (2017) trabalhou com novilhos F1 Angus e Nelore consumindo dietas com elevado conteúdo energético observaram que os touros alimentados uma dieta com milho e pellets sem forragem não aumentou gordura intramuscular porque esta dieta reduziu o pH ruminal e aumentou o ácido graxo antilipogênico t10, c12-C18: 2, o que reduziu a expressão de SREBF1. Nesse sentido, o SREBP-1c é um fator de transcrição regulador da lipogênese apresentando correlação com a expressão de ACACA (OLIVEIRA et al., 2014) e SCD1 (WATERS et al., 2009).

A nutrição pode afetar a deposição de gordura de diversas formas, mas o nível do energético do animal é um determinante para esse acúmulo de ácidos graxos e triglicérides nos adipócitos. Contudo é necessário trabalhar com dietas energéticas e que permitem ótimas condições ruminais a fim de manter o consumo de matéria seca e pH ruminal próximo de 6,0 afim de favorecer a formação do t10, c12 C18:2 (PALMQUIST e MATTOS, 2006).

2.4.2. Beta agonistas

Embora no Brasil a utilização de agonistas beta adrenérgicos essas moléculas sintéticas são utilizadas em confinamentos de bovinos de corte dos EUA, África do Sul, México e Canadá (VEDOVATTO et al., 2014). Agonistas β AA são substâncias sintéticas com estrutura semelhante às catecolaminas naturais produzidas pelo organismo, adrenalina e noradrenalina (MOODY et al., 2000) O mecanismo de ação dos betas adrenérgicos não é totalmente compreendido, mas a inclusão destes na dieta de bovinos pode aumentar a síntese de proteína muscular e reduzir o teor de gordura na carcaça em virtude da diminuição da lipogênese e aumento da lipólise. Neste sentido os agonistas betas adrenérgicos proporcionam carcaças com alto grau de musculosidade e menor deposição de gordura.

Os agonistas β -AA liberados em alguns países para utilização em bovinos de corte são o Cloridrato de Ractopamina e o Cloridrato de Zilpaterol. De acordo com dados de literatura, a inclusão destes aditivos na dieta de bovinos confinados tem sido relacionada com aumento na eficiência alimentar e ganho de peso diário (ARP et al., 2014). Segundo Holmer et al. (2009), o zilpaterol apresenta maior efeito sobre a lipogênese, enquanto a ractopamina apresenta maior efeito sobre a maciez da carne.

A utilização de agonistas β -AA melhora no ganho de peso diário, eficiência alimentar, peso de carcaça, rendimento de carcaça e carne desossada (ARP et al., 2014; HALES et al., 2014). Mostrando ainda diminuição no escore de maciez sensorial, suculência sensorial do contrafilé, e aumento na percepção de tecido conjuntivo (GRAMYN et al., 2010; MILLER et al., 2014; CÔNSOLO et al., 2016).

Beckett et al., 2009 trabalhou o fornecimento de zilpatrol, foi fornecido por 0, 20, 30 e 40 dias pré abate a novilhas em confinamento. O desempenho dos animais foi superior à medida que se aumentou os dias de fornecimento do zilpaterol, contudo a qualidade da carne apresentou comportamento inverso, à medida que aumentou os dias de fornecimento a qualidade da carne reduziu apresentando menor proporção de carnes *choice* ou *prime*. O marmoreio da carne também apresentou redução à medida que aumentou os dias de

fornecimento do zilpaterol apresentando redução de 23,4 pontos no escore de marmoreio, os animais que não receberam o zilpaterol apresentaram escore de marmoreio de 474,9 enquanto os animais que receberam durante 40 dias apresentaram escore de marmoreio de 451,5, o que culminou em redução de carnes *choice* ou *prime*.

2.4.3. Ionóforos

Os ionóforos são uma classe de antibióticos lipofílicos aprovados pela Food and Drug Administration – FDA para a utilização em dietas de animais visando maior desempenho e eficiência alimentar. Os ionóforos têm a capacidade de penetrar à membrana das células bacterianas e alterar o fluxo de íons, dessa forma causa um desbalanço no metabolismo das bactérias gram positivas inibindo o seu crescimento, sendo a monensina sódica o principal ionóforo utilizado em dietas para ruminantes (BERCHIELLI, 2006).

A inclusão de ionóforos na dieta aumenta a eficiência alimentar e o ganho de peso (LANA 1997). Contudo a qualidade da carne é reduzida. Goodrich et al. (1984) revisaram dados de literatura e concluíram que o grau de marmorização da carne reduz com o aumento dos níveis de monensina na dieta dos animais. Oscar et al. (1987) e Zinn e Borques (1993) observaram que o marmoreio da carne de animais que receberam dietas com monensina foi menor que naqueles que consumiram dietas sem o aditivo. No entanto, Clary et al. (1993) e Restle et al. (2000) não observaram efeito da monensina sobre o grau de marmoreio e nem sobre outras características qualitativas da carne de vacas e novilhas terminadas em confinamento.

2.4.4. Nutrição materna durante a gestação

A nutrição materna durante a gestação afeta o desempenho e a deposição de gordura na carcaça. A adipogênese começa durante a fase pré-natal, o que pode influenciar a longo prazo a deposição de gordura e a qualidade da carne.

Portanto, antes de discutir o efeito direto dos nutrientes sobre genes durante a fase de acabamento, é necessário examinar o efeito da nutrição fetal na adipogênese através de efeitos na expressão de genes relacionados ao metabolismo lipídico. Esse efeito faz parte programação fetal. Como a nutrição da matriz afeta a prole é complexo através de alterações epigenéticas, essas alterações podem afetar a adiposidade e qualidade da carne porque várias características organolépticas são dependentes de processos metabólicos no animal vivo e post-mortem. (AIKEN e OZANNE, 2014).

De acordo com Du et al. (2011), a nutrição na fase fetal e nos primeiros estágios de vida tem grande impacto sobre a hiperplasia de adipócitos ao longo da vida. Diante disso, a restrição alimentar nas fases que antecedem a terminação, mais especificamente a fase fetal poderá ter efeito negativo sobre o desenvolvimento durante a fase de terminação dos animais e conseqüentemente sobre a deposição de gordura de marmoreio.

Underwood et al., (2010) avaliou os efeitos do plano nutricional da matriz sobre o desenvolvimento da progênie, os autores trabalharam com vacas em pastagem no terço final da gestação, um grupo de vacas foi mantida em pastagem manejadas (maior teor de energia) e outro grupo em pastagem nativa. O grupo que recebeu a pastagem manejada e com maior nível energético proporcionou crias com maior número de adipócitos em relação a progênie das vacas que consumiram a pastagem nativa. Com esse resultado podemos inferir sobre a adipogênese durante a fase fetal, neste sentido trabalhar a nutrição materna durante a gestação favorece a qualidade da carne. Muito antes de trabalhar dietas energéticas em confinamento visando aumentar o marmoreio é importante trabalhar a nutrição materna é já que a adipogênese é necessária para a deposição de gordura de marmoreio.

3. CONCLUSÃO

A deposição de gordura de marmoreio é uma forma de aumentar a qualidade da carne e o valor agregado, contudo é um evento complexo onde muitos fatores apresentam efeito. Fatores genéticos, nutricionais, ruminais e

desenvolvimento pré natal devem ser levados em consideração quando se busca aumentar o grau de marmoreio e a qualidade da carne.

4. REFERÊNCIAS

AIKEN, C.E. and OZANNE, S.E. Transgenerational developmental programming. **Human Reproduction Update**. v.20, p. 63–75, 2014. Disponível em :<https://doi.org/10.1093/humupd/dmt043>. Acesso em : 13 de agosto 2021.

ANUALPEC. (2018). **Anuário da Pecuária Brasileira** (20th ed. Vol. 1). São Paulo, São Paulo, Brasil: Instituto FNP.

ARP, T. S. et al. Effects of dietary ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride supplementation on performance, carcass traits, and carcass cutability in beef steers. **Journal of animal science**, v. 92, n. 2, p. 836-843, 2014.

BAUMAN D.E; DAVIS C.L Regulation of lipid metabolism. In “**Digestion and metabolism in the ruminants**. PP (496 – 505). University of New England: Armilade. 1975

BECKETT, J. L. et al. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth rates, feed conversion, and carcass traits in calf-fed Holstein steers. **Journal of animal science**, v. 87, n. 12, p. 4092-4100, 2009.

BERCHIELLI, T.T. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth. 1.ed. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.

BULLE, M. L. M. et al. Exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois grupos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado.

CLARY, E. M. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3115-3123, 1993.

CÔNSOLO, N. R. B. et al. Zilpaterol hydrochloride improves beef yield, changes palatability traits, and increases calpain-calpastatin gene expression in Nellore heifers. **Meat Science**, v. 121, p. 375-381, 2016.

CUNHA, M.S. Recria e terminação de bovinos machos inteiros e imunocastrados de dois grupos genéticos. 2019.

DE LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 4, p. 351-358, 2011.

DiCONSTANZO, A. Fatores nutricionais e de manejo que afetam a qualidade da carcaça. In: NOVOS ENFOQUES NA NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS. Uberlândia, Brasil, **Anais...**, 2004. p.231-246.

DU, M., HUANG, Y., DAS, A. K., YANG, Q., DUARTE, M. S., DODSON, M. V., & ZHU, M. J. Meat science and muscle biology symposium: Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal Science**, 91(3), 1419–1427. 2013.

DU, M., J. YIN, AND M. J. ZHU. 2010. Cellular signaling pathways regulating the initial stage of adipogenesis and marbling of skeletal muscle. **Meat Science** 86

EMERSON, M. R. **Relationships between USDA camera-based quality grades and beef sensory attributes**. 2011. Tese de Doutorado. Colorado State University. Libraries.

FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3578-3596, 1992.

GILBERT, C.D.; LUNT, D.K.; MILLER, R.K.; SMITH, S.B. Carcass, sensory, and adipose tissue traits of brangus steers fed casein-formaldehyde-protected starch and/or canola lipid. **Journal of Animal Science**. v. 81, p. 2457-2468. 2003

GOODRICH, R. D. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1484-1494, 1984.

GRAMYN, A.J.; et al. Effects of zilpaterol hydrochloride on carcass cutability and tenderness of calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 88, p. 2476-2485, 2010.

HALES, et al. T.L. Effects of feeding dry-rolled corn-based diets with and without wet distillers' grains with soluble and zilpaterol hydrochloride on performance,

carcass characteristics, and heat stress in finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 92, p. 4023-4033, 2014.

HAUSMAN, G. J., BASU, U., DU, M., FERNYHOUGH-CULVER, M., & DODSON, M. V. Intermuscular and intramuscular adipose tissues: Bad vs. good adipose tissues. **Adipocytes**, 3(4), 242–255. 2014.

HOLMER, S. F. et al. The effect of zilpaterol hydrochloride on meat quality of calf-fed Holstein steers. **Journal of animal science**, v. 87, n. 11, p. 37303738, 2009.

KEANE, M.G. and ALLEN, P. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. **Livestock Production Science**, v.56, p.203-214, 1998

KING, D.A. et al. Carcass merit between and among family groups of Bos indicus crossbred steers and heifers. **Meat Science**, v.72, p.496-502, 2006.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 2009. 216p.

LADEIRA, M. M. et al. Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant meat. **Animal**, v. 12, n. s2, p. s282-s294, 2018.

LANA, R. P. Effects of monensin on ruminal bacteria, ruminal fermentation and feedlot performance. 1997. 87 p. Thesis (Doctor of Philosophy) – **Cornell University**, Ithaca, 1997.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MILLER, R. K. Chemical and physical characteristics of meat| Palatability. 2014.

MOODY, D.E.; HANCOCK, D.L.; ANDERSON, D.B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D'MELLO, J.P.F. (ed.). **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. Wallingford, Oxon: CAB International, 2000. p.65-96.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). 2016. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8th revised ed. The National Academies Press, Washington, DC. 494 pp.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica do Lehninger** – 6 ed – Porto Alegre Art Med 2014.

OLIVEIRA D.M, et al. Expression of genes involved in lipid metabolism in the muscle of beef cattle fed soybean.2014.

OSCAR, T. P. et al. Performance, methanogenesis and nitrogen metabolism of finishing steers fed monensin and nickel. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 887-896, 1987.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 31383150, 1993.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. **Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP**, p. 287-310, 2006.

PAULINO, P.V.R.; DUARTE, M.S.; GIONBELLI, M.P. Desempenho e eficiência de ganho no confinamento: Tudo começa antes do que você imagina. In: Encontro de confinamento da Scot Consultoria, 2012, Ribeirão Preto. **Anais do Encontro de Confinamento da Scot Consultoria**. Ribeirão Preto: Gráfica e Editora Multipress, v. 1, p. 37-56. 2012.

PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHOS, S.C.; DETMANN, E. et al. Desempenho produtivos de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, p.1079-1087, 2008

PETHICK, D.W.; HARPER, G.; ODDY, H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle. In: Marbling Symposium, **Proceedings...**, 2004

RESTLE, J. et al. Efeito da monensina sódica na composição física e nas características qualitativas da carcaça e da carne de novilhas. In: **REUNIÃO**

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ/Gmosis, 2000.

ROSEN, E. D., C.-H. HSU, X. WANG, S. SAKAI, M. W. FREEMAN, F. J. GONZALEZ, rumen-protected fat, with or without monensin supplementation. **Journal of Animal Science** 92, 5426–5436.

SCHOONMAKER, J.P.; CECAVA, M.J.; FAULKNER, D.B.; et al. Effect of source of energy and rate of growth on performance, carcass characteristics, ruminal fermentation, and serum glucose and insulin of early-weaned steers. **Journal of Animal Science**. v. 81, p. 843-855. 2003.

SMITH, S.B.; CROUSE, J.D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **Journal of Nutrition**. n.114, p.792-800. 1984.

TEIXEIRA P.D. et al. Subspecies and diet affect the expression of genes involved in lipid metabolism and chemical composition of muscle in beef cattle. **Meat Science** 133, 110–118. 2017.

UNDERWOOD, K. R. et al. Nutrition during mid to late gestation affects growth, dipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. **Meat science**, v. 86, n. 3, p. 588-593, 2010.

VEDOVATTO, M. et al. Agonistas beta-adrenérgicos como aditivo para bovinos de corte. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 4, p. 396-406, 2014.

WATERS S.M. et al. Effect of level and duration of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on the transcriptional regulation of $\Delta 9$ -desaturase in muscle of beef cattle. **Journal of Animal Science** 87, 244–252, 2009

WATKINS, P. J. et al. Sheep meat flavor and the effect of different feeding systems: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 3561–3579, 2013.

YAMADA, T.; KAWAKAMI, S.-I.; NAKANISHI, N. Expression of adipogenic transcription factors in adipose tissue of fattening Wagyu and Holstein steers. **Meat Science**, v. 81, n. 1, p. 86-92, 2009.

ZINN, R. A.; BORQUES, J. L. Influence of sodium bicarbonate and monensin in utilization of a fat-supplemented, high-energy growing-finishing diet by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 1, p. 18-25, 1993.