

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**GRÃO DE SOJA MOÍDO E NÍVEIS DE AMIDO NA
TERMINAÇÃO DE TOURINHOS NELORE CONFINADOS**

Luis Gustavo Rossi
Zootecnista

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**GRÃO DE SOJA MOÍDO E NÍVEIS DE AMIDO NA
TERMINAÇÃO DE TOURINHOS NELORE CONFINADOS**

Luis Gustavo Rossi

Orientadora: Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli

Coorientador: Dr. Bruno Ramalho Vieira

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de mestre
em Zootecnia

2015

R831g Rossi, Luis Gustavo
Grão de soja moído e níveis de amido na terminação de
tourinhos Nelore confinados / Luis Gustavo Rossi. --
Jaboticabal, 2015
xiv, 73 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientadora: Telma Teresinha Berchielli
Banca examinadora: Angélica Simone Cravo Pereira,
Giovani Fiorentini
Bibliografia

1. Fonte lipídica. 2. Metano. 3. Carne_qualidade. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.085:636.2



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: GRÃO DE SOJA MOIDO E NÍVEIS DE AMIDO NA TERMINAÇÃO DE
TOURINHOS NELORE CONFINADOS

AUTOR: LUÍS GUSTAVO ROSSI

ORIENTADORA: Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. BRUNO RAMALHO VIEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela
Comissão Examinadora:

Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. ANGÉLICA SIMONE CRAVO PEREIRA

Universidade de São Paulo / Pirassununga/SP

Prof. Dr. GIOVANI FIORENTINI

Pós-doutorando / Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de
Jaboticabal

Data da realização: 29 de junho de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LUIS GUSTAVO ROSSI – nascido no dia 6 de maio de 1987, na cidade de Jardinópolis - São Paulo, filho de José Luis Rossi e Aparecida de Jesus Rodighero Rossi. No mês de março do ano de 2007, iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp Jaboticabal, e obteve o título de Zootecnista em março de 2012. No mês de março de 2012, obteve bolsa de treinamento técnico nível III, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), auxiliando em projetos de pesquisa no setor de Digestibilidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli. No mês de março de 2013 ingressou no curso de mestrado do programa de pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli.

*“Faça o necessário, depois o possível, e, de repente,
você estará fazendo o impossível”*

Francisco de Assis

DEDICO

AOS MEUS PAIS,

JOSÉ LUIS ROSSI

APARECIDA DE JESUS RODIGHERO ROSSI

Pelos conselhos e ensinamentos.

ÀS MINHAS IRMÃS,

GEISA APARECIDA ROSSI (*In memoriam*)

MARIA GABRIELA ROSSI

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e bênçãos.

À Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade de realização do curso.

À Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli, pela orientação e pela confiança na execução dos trabalhos.

A Bruno Ramalho Vieira, pela coorientação, amizade e atenção cedida durante as atividades.

Aos técnicos e colegas de Laboratório, pela colaboração.

A todos amigos e colegas de trabalho, que auxiliaram na execução das atividades no Setor de Digestibilidade e no Campo Experimental.

Aos meus companheiros da república Arapuka.

À Thalita Petrillo, pela força e carinho nos momentos difíceis, e por fazer parte da minha vida.

A todos meus amigos de Jardinópolis.

Aos meus avós, tios e primos, que sempre me incentivaram a enfrentar desafios.

A todos professores e pós-graduandos da universidade, pelo apoio, amizade e colaboração.

A todos amigos e companheiros da turma de Zootecnia/2007.

Sumário

RESUMO	1
ABSTRACT	3
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.....	5
1. Introdução	5
2. Amido e fibra na dieta de ruminantes.....	6
3. Lipídios na alimentação de ruminantes	9
4. Emissão de metano entérico	11
5. Qualidade da carne bovina.....	13
6. Objetivos	16
7. Referências	16
CAPÍTULO 2 - Grão de soja moído e níveis de amido sobre o consumo, desempenho, características de carcaça e emissão de metano em tourinhos Nelore confinados.....	29
Introdução	30
Materiais e Métodos	31
Resultados	38
Discussão.....	42
Conclusão	45
Literatura citada.....	46
CAPÍTULO 3 - Grão de soja moído e níveis de amido sobre qualidade de carne de tourinhos Nelore confinados.....	50
Introdução	51
Material e Métodos.....	52
Resultados	57
Discussão.....	62
Conclusão	66
Referências Bibliográficas	66
APÊNDICE	
Implicações do uso de grão de soja moído e níveis de amido na dieta de bovinos de corte	72

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 021119/11 do trabalho de pesquisa intitulado **"Balanço de gases de efeito estufa e estratégias de mitigação em pastos de Brachiaria submetidos a diferentes manejos"**, sob a responsabilidade da Profª. Drª. Telma Teresinha Berchielli está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 07 de Outubro de 2011.

Jaboticabal, 11 de Outubro de 2011.

Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui
Presidente - CEUA

Med. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária - CEUA

GRÃO DE SOJA MOÍDO E NÍVEIS DE AMIDO NA TERMINAÇÃO DE TOURINHOS NELORE CONFINADOS

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de grão de soja moído com alto ou baixo nível de amido no consumo, digestibilidade, desempenho, emissão de metano entérico, características de carcaça e qualidade da carne na terminação de tourinhos Nelore confinados ($n=28$, peso inicial = 395 ± 32 kg, idade = 20 ± 3 meses). As dietas consistiam de nível de amido, alto amido (AA) ou baixo amido (BA) com grão de soja (CGS) ou sem grão de soja (SGS). O volumoso utilizado foi a silagem de milho e a relação volumoso:concentrado nas dietas experimentais foi de 40:60. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2x2 (AA ou BA; CGS ou SGS), totalizando quatro tratamentos com sete repetições por tratamento. Os dados foram analisados e submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Após 140 dias de alimentação os animais foram abatidos em frigorífico comercial com média de 590 ± 34 kg. Os animais que receberam CGS tiveram uma redução média de 11% do consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais ($P<0,05$). Houve interação significativa entre amido e grão de soja sobre o consumo de fibra em detergente neutro ($P=0,0191$), sendo o menor consumo para os animais que receberam AA CGS. A adição de CGS causou efeito na digestibilidade, reduzindo em 3% a digestibilidade aparente da matéria seca ($P=0,0282$) e em 2,8% da matéria orgânica ($P=0,0348$). Ocorreu interação significativa entre amido e grão de soja sobre a digestibilidade aparente do extrato etéreo ($P=0,0245$) e da fibra em detergente neutro ($P=0,0497$), sendo a menor digestibilidade de extrato etéreo (75,0%) e fibra detergente neutro (43,1%) para AA CGS. Os animais que receberam CGS tiveram um aumento na eficiência alimentar em 17% ($P=0,0076$). Não houve efeitos significativos ($P>0,05$) dos tratamentos no ganho médio diário (média de 1,3 kg), rendimento de carcaça (58,4%), ganho em carcaça (1,0 kg/dia), área de olho de lombo ($85,6\text{ cm}^2$) e espessura de gordura subcutânea (6,46 mm). Os animais que receberam CGS tiveram redução de 28% da emissão de metano entérico em g.dia^{-1} ($P<0,0001$). Não houve influência dos tratamentos sobre o pH (média de 5,6) e cor da carne L^* (34,9), a^* (16,7), b^* (4,04). A intensidade da cor amarela na gordura subcutânea (b^*) foi menor para CGS ($P=0,0002$). Os tratamentos não alteraram a capacidade de retenção de água (média de 69%), perdas por cocção (37,6%) e porcentagem de gordura na carne (5,24%). Houve uma diminuição da força de cisalhamento na carne dos animais que receberam BA ($P=0,0037$). Houve um aumento na concentração de ácido oleico na carne dos animais que receberam SGS ($P=0,0365$) e uma diminuição para os que receberam BA ($P=0,0310$). Os animais que receberam CGS tiveram maior concentração do ácido linoleico na carne ($P=0,0010$) e os que receberam dietas com BA aumentou-se o teor de ácido linolênico na carne ($P=0,0099$). Animais que receberam dieta com BA apresentaram um aumento de ácidos graxos saturados ($P=0,0351$). Na dieta que continha AA houve um aumento da concentração de ácidos graxos insaturados ($P=0,0032$) e ácidos graxos monoinsaturados ($P=0,0333$) na carne dos animais. Houve redução de ácidos graxos monoinsaturados na carne dos animais que receberam dietas CGS ($P=0,0097$). Ocorreu um aumento da concentração de ácidos graxos polinsaturados na carne de animais que receberam dieta CGS ($P=0,0149$). A relação de ácidos graxos insaturados sobre os ácidos

saturados foi maior para os animais que receberam AA ($P=0,0198$). A concentração de ácidos graxos tipo ômega 6 foi maior na carne animais alimentados CGS ($P=0,0150$) e a relação ômega 6 : ômega 3 foi menor para os tratamentos SGS ($P=0,0001$). A inclusão de aproximadamente 25% de soja grão proporciona aumento na eficiência alimentar, reduz a emissão de metano entérico nos animais e aumenta a quantidade de ácidos graxos polinsaturados na carne ou a inclusão de 25% de amido promove diminuição de ácidos graxos saturados e aumento de ácidos graxos insaturados na dieta de tourinhos, da raça Nelore, em confinamento.

Palavras-chave: *Bos Indicus*, desempenho, fonte lipídica, metano, qualidade de carne.

CRUSHED SOYBEAN AND STARCH LEVEL FINISHING YOUNG BULLS NELLORE CONFINED

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the effect of inclusion of ground soybean with high or low level of starch in the intake, digestibility, performance, enteric methane emissions and meat quality from young bulls Nellore finished in feedlot (n = 28, initial weight = 395 ± 32 kg, age = 20 ± 3 months). The diets consisted of starch level, high starch (AA) or low starch (BA), with soybean (CGS) or without soybean (SGS). The roughage used was corn silage and forage: concentrate ratio in the experimental diets was 40:60. The animals were distributed in a completely randomized design in a 2x2 factorial (AA or BA; CGS or SGS), totaling four treatments with seven replicates. Data were analyzed and subjected to analysis of variance with comparison of means by Tukey test at 5% probability. After 140 days of feeding the animals were slaughtered in commercial abattoir averaging 590 ± 34 kg. Animals receiving CGS had a mean reduction of 11% of intake of dry matter, organic matter, crude protein and total digestible nutrients ($P < 0.05$). There was a significant interaction between starch and soybean on fiber intake neutral detergent ($P = 0.0191$), with the lowest intake for animals that received AA CGS. The addition of CGS decrease by 3% the apparent digestibility of dry matter ($P = 0.0282$) and 2.8% of organic matter ($P = 0.0348$). There was a significant interaction between starch and soybean on the apparent digestibility of ether extract ($P = 0.0245$) and neutral detergent fiber ($P = 0.0497$), with the decrease ether extract digestibility (75.05%) and neutral detergent fiber (43.19%) in AA CGS. Animals receiving CGS had an increase in feed efficiency by 17% ($P = 0.0076$). There were no significant ($P > 0.05$) treatments in average daily gain (average 1.38 kg), carcass yield (58.42%), gain in carcass (1.04 kg / day), area rib eye (85.60 cm²) and fat thickness (6.46 mm). Animals receiving CGS had 28% reduction of the emission of enteric methane g.dia-1 ($P < 0.0001$). There was no effect of treatments on pH (mean 5.63) and L * color of meat (34.94), a * (16.73), b * (4.04). The intensity of yellow color in the subcutaneous fat (b *) was lower for CGS ($P = 0.0002$). The treatments did not alter the water-holding capacity (average 69%), cooking loss (37.65%) and percentage of fat in meat (5.24%). There was a decrease in shear force in the meat of animals which received BA ($P = 0.0037$). There was an increase in oleic acid concentration in the meat of animals which received SGS ($P = 0.0365$) and a decrease for receiving BA ($P = 0.0310$). Animals that had received CGS highest concentration of linoleic acid in the meat ($P = 0.0010$) and those receiving diets with BA was increased linolenic acid content in meat ($P = 0.0099$). Animals that received diet with BA showed an increase of saturated fatty acids ($P = 0.0351$). In diet containing AA was an increase in the concentration of unsaturated fatty acids ($P = 0.0032$) and monounsaturated fatty acids ($P = 0.0333$) in the animal meat. There was a reduction of monounsaturated fatty acids in the meat of animals that received CGS diets ($P = 0.0097$). An increased concentration of polyunsaturated fatty acids in the flesh of animals that received CGS diet ($P = 0.0149$). The ratio of unsaturated fatty acids over saturated acids was higher in the animals that received AA ($P = 0.0198$). The concentration of omega 6 type fatty acids was higher in meat animals fed CGS ($P = 0.0150$) and the ratio omega-6: omega-3 was lower for SGS treatments ($P = 0.0001$). The inclusion of approximately 25% soybean provides an increase in feed efficiency, reduces the emission of methane enteric animals and increase the amount of polyunsaturated fatty acids within or including

25% starch causes a decrease of saturated fatty acids and increased unsaturated fatty acids in the diet of young bulls, Nellore, in feedlot.

Keywords: *Bos Indicus*, lipid source, meat quality, methane, performance.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Introdução

Entre os principais fatores que influem na taxa de crescimento e na composição física da carcaça, relacionam-se a idade cronológica, a idade fisiológica (condição sexual, estágio de maturidade, peso corporal), o nível nutricional (efeito da dieta sobre a eficiência de utilização de energia e proteína), a raça e as condições ambientais (efeito do calor e, ou frio; Owens et al., 1995). O tecido muscular, inicialmente, e depois o tecido adiposo exercem grande influência na composição da carcaça, enquanto os ossos em nenhum estágio têm papel dominante na determinação das proporções relativas dos três tecidos (Berg; Butterfield, 1976).

A terminação de bovinos em confinamento possibilita a produção intensiva de carne por meio da exploração da máxima eficiência biológica aliada à rápida deposição do tecido muscular esquelético que representam as variáveis capazes de determinar o sucesso da adoção deste sistema de produção (Rodrigues et al., 2010; Menezes et al., 2014). No Brasil, a prática do confinamento é crescente, onde cerca de 4,1 milhões de bovinos foram confinados em 2014, e isto representa um crescimento de 4% em relação ao ano de 2013. (ASSOCON, 2015; IBGE, 2015).

Os ingredientes e suas proporções utilizadas na dieta de animais confinados estão relacionados com o desempenho animal. Diante disso, a busca por alimentos viáveis economicamente e que promovam ganhos de peso desejados podem contribuir na redução do custo de produção animal e ainda promover melhorias na qualidade da carne bovina.

A soja como produto de consumo interno e de exportação apresenta grande importância para o agronegócio e para a economia brasileira. O Brasil figura como o segundo maior produtor mundial desta *commodity*, com 94,5 milhões de toneladas produzidas na safra 2014/2015 (USDA, 2015) e sua importância econômica da produção de soja, obviamente, não fica restrita aos produtores. Após ser colhida, a soja pode apresentar múltiplos destinos. Ela pode ser exportada em grão, tornar-se farelo e óleo, tendo diversas finalidades como alimento em todo o mundo.

Assim, a utilização de produtos a base de soja que possuem elevado percentual de ácidos graxos insaturados, principalmente o óleo de soja com média

de 75% de insaturação, e sua inclusão nas rações de ruminantes apresenta efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano, redução da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal e aumento de ácido linoleico conjugado (Palmquist; Mattos, 2011). A utilização de dietas com alto amido, pode se constituir em uma estratégia para a proteção de fontes suplementares de lipídios insaturados contra a biohidrogenação, reduzindo os valores de pH no rúmen e possibilitando que mais ácidos graxos insaturados cheguem ao intestino, podendo assim serem absorvidos e incorporados à gordura do leite e carcaça (Van Soest; Demeyer, 1996a; Kmicikewycz; Heinrichs, 2015).

Portanto, a manipulação nutricional do ambiente ruminal pode ser uma alternativa de alterar a composição e a quantidade dos lipídios da carne e do leite de bovinos, além de auxiliar na redução da emissão de metano. Desta forma, o estudo do efeito de determinada dieta ou ingrediente na alimentação animal é importante para a saúde humana e também para a qualidade nutricional da carne.

2. Amido e fibra na dieta de ruminantes

Os carboidratos podem ser classificados em dois grupos: grupo dos carboidratos fibrosos, que é a fração lentamente digestível, constituída por celulose e hemicelulose que, juntamente com a lignina, formam a parede celular dos vegetais e o grupo dos carboidratos não fibrosos, constituídos por componentes celulares solúveis em detergente neutro, que são um grupo diverso, tanto em sua composição quanto em seu valor nutricional que incluem os monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos, amido, frutanas, como também carboidratos presentes na parede celular das plantas como as substâncias pécticas, β -glucanas e galactanas (Hall, 2000).

Do grupo dos carboidratos não fibrosos, o amido é o maior componente fornecedor de energia e representa 60 a 80% dos grãos de cereais (Cañizares et al., 2009) e também é um dos elementos importantes na composição das dietas utilizadas para as produções intensivas de leite e carne. Por esta razão, a eficiência da digestão do amido por ruminantes é de grande relevância econômica.

Nos ruminantes, o processo de digestão do amido a glicose exige muitas enzimas e vários processos iniciando com a mastigação e ação da amilase salivar, a ação dos microrganismos ruminais, a hidrólise ácida pelo ácido clorídrico do abomaso e as enzimas presentes no intestino (Swenson et al., 1986). No rúmen há um processo de fermentação do amido juntamente aos outros carboidratos da dieta e os microrganismos envolvidos são as bactérias e os protozoários, sendo as bactérias as principais responsáveis pela digestão do amido (Van Soest, 1994).

Após a degradação do amido, os produtos resultantes (oligossacarídeos, dissacarídeos ou monossacarídeos) são absorvidos pelas bactérias havendo produção de proteína microbiana e produção de ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico), sendo estes a principal fonte de energia para os ruminantes (Kozloski, 2002). No entanto, um aumento da oferta dietética de amido fermentável dos grãos está associado com o aumento da produção de ácidos orgânicos e diminuição do pH e motilidade ruminal (Owens et al., 1998).

As características de processamento, fonte de amido, tratamentos químicos e térmicos interferem na taxa de fermentação do amido, pois facilitam ou dificultam o acesso das bactérias aos grânulos, além disso, as interações entre as bactérias ruminais e o tipo de dieta também irão interferir na velocidade de degradação dos compostos da dieta e a taxa de passagem (Corona et al., 2006).

Em um estudo de metanálise, Ferraretto et al. (2012) verificaram que o aumento da concentração de amido na dieta reduziu a digestibilidade ruminal da FDN (fibra em detergente neutro) em vacas leiteiras em lactação. Essa redução pode ser parcialmente explicada por efeitos associativos negativos de maior ingestão de amido sobre as populações bacterianas ruminais que influenciam a digestão da FDN.

A fibra representa a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta ou indigestível e dependendo de sua concentração e digestibilidade, impõe limitações sobre o consumo de matéria seca e energia. Por outro lado, a saúde dos ruminantes depende diretamente de concentrações mínimas de fibra na ração, que permitam manter a atividade de mastigação e a motilidade do rúmen (Nussio et al., 2000).

A digestibilidade da fibra tem sido definida como a proporção da fibra ingerida que não é excretada nas fezes. A fibra, por sua vez, tem uma fração indigestível e

outra potencialmente digestível. O processo de digestão da fibra consiste na hidrólise dos polissacarídeos e a conversão dos monossacarídeos resultantes em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), gases da fermentação e calor (Tamminga et al., 1990). A taxa de hidrólise geralmente é o fator limitante na digestão ruminal da fibra (Varga et al., 1998). Esta taxa é limitada pela ação das enzimas no complexo lignina-polissacarídeos, que degradam a parede celular (Chesson; Forsberg, 1988). A extensão da digestão da fibra depende da quantidade indigestível e da relação entre a taxa de degradação e a taxa de passagem do alimento.

Muitos sinais inibitórios sobre o consumo dos bovinos foram identificados ou propostos nas últimas revisões abrangentes por Forbes (2007) e Roche et al. (2008). Dentre os sinais inibitórios incluem aqueles relacionados à distensão ruminal, pressão osmótica do rúmen, peptídeos do intestino (por exemplo, a colecistoquinina), hormônios pancreáticos (insulina, glucagon e amilina) e adipocitoquinas (leptina), bem como a detecção específica de nutrientes pelo sistema nervoso central.

A distensão física do rúmen, muitas vezes, limita o consumo de ração em ruminantes e é apoiado por evidências diversificadas (Allen, 1996; Forbes, 2007). Receptores de tensão localizados principalmente no retículo e saco cranial respondem a distensão e a sinalização é feita por vias aferentes vagais. As dietas de ruminantes variam amplamente quanto aos seus efeitos de enchimento, principalmente por causa de variação no teor de dieta, características da digestão da fibra da forragem e a concentração de umidade inicial bem como a capacidade de retenção de água da digesta ao longo do tempo (Allen, 2014).

Alterações na dieta com a utilização de novos ingredientes, com o objetivo de prover mais energia, proteína, minerais e vitaminas têm resultado na redução do uso de fontes de fibra provenientes de forragens. Embora exigências em fibra pelos animais sejam importantes, estas, muitas vezes não precisa ser representada por fontes de forragens, assim, o aumento no uso de subprodutos fibrosos na alimentação tem sido uma alternativa bastante estudada e apresenta resultados satisfatórios.

Desta maneira, alimentos como a casca do grão de soja (CS) tem sido utilizada em função de ser uma fonte energética-fibrosa com valores médios de 13%

de PB, 40% de fibra e 66% de nutrientes digestíveis totais (NDT), valor que corresponde a 85% do valor energético do milho. Trata-se de um alimento de boa palatabilidade e sua fração fibrosa é altamente digestível (Van Soest, 1994).

Os ruminantes dependem dos microrganismos ruminais para atender suas exigências de proteína e energia (Valadares Filho; Valadares, 2001). O crescimento microbiano é afetado pela disponibilidade de nutrientes, como por exemplo, os carboidratos (Van Soest, 1994) e cerca de 80% da matéria seca (MS) da CS é composta por carboidratos, principalmente polímeros de glicose, e a maior parte desses carboidratos (75%) é derivada da fração fibra em detergente neutro (FDN; Miron et al., 2001). A CS é pouco efetiva para estimular a ruminação, pois possui tamanho reduzido de partículas. Entretanto, o seu alto teor de fibra digestível promove um padrão de fermentação semelhante ao de forragem, o que contribui para manutenção do pH ruminal e não prejudica o desempenho animal e a digestibilidade dos nutrientes (Mendes et al., 2010). Em bovinos de corte, a CS pode ser utilizada como fonte de volumoso ou concentrado, possibilitando desempenho semelhante ao obtido com milho (Mendes et al., 2005a; Ezequiel et al., 2006) e com maior digestão da fibra da dieta (Mendes et al., 2005b).

3. Lipídios na alimentação de ruminantes

Lipídios são nutrientes essenciais na alimentação humana e animal, pois proporcionam uma fonte altamente concentrada de energia, além de serem componentes críticos da estrutura física e funcional das células. Diferentemente dos vegetais, os animais não conseguem sintetizar ácidos graxos a partir de precursores estruturalmente mais simples, pela carência de enzimas específicas (Cunningham; Klein, 2008; Santos et al., 2008). Os lipídios compõem-se de ácidos graxos, pertencentes, em grande número, aos grupos dos ácidos graxos insaturados e saturados, sendo o estado de saturação ou não saturação uma importante característica química e nutricional (NRC, 2007).

Nos ruminantes, o lipídio proveniente da dieta pode ser rapidamente transformado pelos microrganismos ruminais a partir de dois processos conhecidos como lipólise e biohidrogenação (Jenkins et al., 2008). A lipólise consiste no início do

processo de metabolismo dos lipídios no rúmen, através da hidrólise dos lipídios em ácidos graxos e glicerol (Harfoot; Hazlewood, 1988). Uma vez hidrolisados, os ácidos graxos passam por um processo conhecido como biohidrogenação que consiste na adição de íons de hidrogênio nos ácidos graxos com duplas ligações, transformando ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados. O processo de biohidrogenação pode ser considerado um mecanismo de autodefesa dos microrganismos ruminais, o qual converte ácidos graxos insaturados em ácidos saturados, consequentemente menos tóxicos a população microbiana ruminal. Os ácidos graxos reagem com íons de cálcio insolúveis que, portanto, se tornam atóxicos em nível de rúmen (Palmquist; Mattos, 2011). A biohidrogenação ruminal também pode ser incompleta, gerando vários ácidos trans octadecaenóicos e isômeros. Dentre estes, o ácido linoleico conjugado (CLA), especificamente o isômero cis-9 trans-11 que possui efeito anticarcinogênico (Jenkins et al., 2008).

Estudos sobre metabolismo lipídico têm se concentrado principalmente na manipulação dos fenômenos físico-químicos do rúmen, com dois objetivos: controlar os efeitos antimicrobianos dos ácidos graxos, de forma que a gordura adicional possa ser empregada na alimentação de ruminantes sem prejuízo da digestão e da fermentação ruminal (Messana et al., 2012) e regular a biohidrogenação microbiana, para controle da absorção de determinados ácidos graxos que podem promover desempenho ou aumentar a deposição de ácidos graxos insaturados na carne (Jenkins, 1993; Fiorentini et al, 2015).

O uso de lipídios na dieta de ruminantes pode reduzir o consumo de nutrientes (Wanapat et al., 2011), causar depressão da digestão da fibra (Manso et al., 2005; Pavan; Duckett; Andrae, 2007) e consequentemente aumentar a quantidade de conteúdo gastrintestinal; redução na concentração de protozoários, aumento no conteúdo de AGCC e redução na emissão de metano e nitrogênio amoniacal ruminal (Morais; Berchielli; Reis, 2011). Dentre os efeitos dos lipídios no rúmen, a digestão dos nutrientes e a deposição de ácidos graxos nos tecidos podem variar muito, dependendo da composição da dieta e do grau de saturação e disponibilidade lipídica (Jenkins; Mcguire, 2006).

O grão de soja contem, em média na matéria seca, 40% de proteína, 35% de carboidratos e 24% de lipídios. Em relação à porcentagem de ácidos graxos no óleo

de soja, a média é de, 55% de ácido linoleico (18:2), 21% de oleico (18:1), 12% de palmítico (16:0), 9% de linolênico (18:3) e 4% de esteárico (18:0; Medic et al., 2014) e como fonte lipídica na dieta de bovinos pode ser fornecida na forma de grão inteiro, moído ou óleo, sendo que nas duas últimas formas o efeito pode ser o mesmo sobre a ingestão de nutrientes e digestibilidade da matéria seca, podendo alterar de maneira semelhante a fermentação ruminal, reduzindo a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal e o número de fungos e protozoários, consequentemente, melhorar a eficiência de síntese de proteína microbiana (Fiorentini et al., 2013).

Sendo assim, a digestão dos lipídios em ruminantes é um assunto amplo e à medida que as pesquisas avançam mais entendemos dos mecanismos fisiológicos e com isso podemos interferir em benefício da produção animal.

4. Emissão de metano entérico

A agricultura e pecuária contribuem substancialmente para a economia mundial, fornecendo alimentos, empregos, energia, roupas, segurança social e financeira de bilhões de pessoas. Por outro lado, requer recursos como água, terra, combustível fóssil e alguns minerais que são fontes limitadas, e emite alguns gases relevantes a nível global, por exemplo, o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (NO_2). Cerca de 18% do total das emissões globais de gases de efeito estufa (cerca de 7,1 Gt de eq CO_2 /ano) é considerado originário da produção de gado. Portanto, vários esforços estão em curso para reduzir o impacto ambiental global da produção animal (Flachowsky, 2014).

Nos ruminantes, o CH_4 é produzido principalmente a partir da fermentação microbiana de hidratos de carbono dietéticos hidrolisados no rúmen e no intestino grosso, em que o hidrogênio (H_2), produzido durante a conversão de hexose em acetato ou butirato, é utilizado por bactérias metanogênicas para reduzir o CO_2 em CH_4 para obter energia (Immig, 1996).

A produção de CH_4 é, portanto, dependente dos ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato), produzida principalmente a partir de hidratos de carbono fermentação no rúmen. A alimentação de animais com altos níveis de

fibra em detergente neutro (FDN) produz uma maior relação acetato:propionato e, assim, uma maior produção de CH_4 (Johnson; Johnson, 1995) enquanto a adição de grão, rico em amido prontamente fermentável, vai favorecer a produção de propionato, e como consequência, o nível de CH_4 produzido será muito menor (Moss; Jouany; Newbold, 2000).

O CH_4 entérico produzido pelos ruminantes representa uma perda de 2% a 12% da energia bruta dos alimentos e contribui para efeitos globais de efeito estufa (Johnson; Johnson, 1995). Portanto, uma redução na produção de CH_4 entérico deve reduzir essa ineficiência, bem como o impacto ambiental da produção de ruminantes.

Uma variedade de abordagens nutricionais, sob a forma de uma estratégia de alimentação ou uso de inibidores de CH_4 , foram investigadas ao longo dos anos, com vista a reduzir as emissões de CH_4 e de otimizar o metabolismo energético de ruminantes. Muitos inibidores, como ionóforos, taninos e saponinas, foram mostrados como eficazes na redução da produção de CH_4 , mas a maioria parece no momento ser muito caro ou tem indesejáveis características (Morais et al., 2011; Beauchemin et al., 2008; Guo et al., 2008).

A suplementação lipídica, especialmente composta por ácidos graxos polinsaturados e ácidos graxos de cadeia média na alimentação de bovinos, tem reduzido as emissões de CH_4 em bovinos (Eugene et al., 2008; Fiorentini et al., 2014). Estes ácidos graxos têm um efeito tóxico sobre as bactérias, protozoários e metanogênicos, e por esta razão, pode reduzir a ação destes microrganismos sobre a digestibilidade de carboidratos da parede celular e a produção de hidrogênio e finalmente, os níveis de CH_4 (McAllister et al., 1996). Os ácidos graxos polinsaturados também tem um efeito inibitório sobre a produção de CH_4 , por meio do uso direto de hidrogênio por saturação no rúmen (biohidrogenação), no entanto, a utilização de hidrogênio metabólico no processo de biohidrogenação de ácidos graxos insaturados é baixa (1 a 2%; Van Nessel; Demeyer, 1992, 1996b).

O grão de soja ou na forma de óleo é uma fonte de ácidos graxos insaturados de cadeia longa e tem sido demonstrada uma redução substancialmente na metanogênese do rúmen em gado de corte (Jordan et al., 2006; Fiorentini et al., 2014). No entanto, deve-se levar em consideração que a efetividade da adição de

lipídios para reduzir emissões de CH₄ depende de vários fatores, incluindo o nível de suplementação, a fonte de lipídio utilizada, a forma de fornecimento (óleo refinado ou sementes de oleaginosas, por exemplo) e o tipo de dieta (Beauchemin et al., 2008).

5. Qualidade da carne bovina

A qualidade nutricional da carne é determinada pela percepção de características como; cor desejável e uniforme, maciez, menor quantidade de exsudação, alta proporção de gordura intramuscular com desejável teor de ácidos graxos insaturados (benéficos à saúde humana) e moderado teor de gordura visível. Além disso, o consumidor espera que a qualidade da carne seja confiável em relação à segurança e do ponto de vista nutricional (Troy; Kerry, 2010).

O pH é considerado um dos mais importantes atributos de qualidade da carne, pois pode interferir nos demais parâmetros (Bonagurio et al., 2003). Após a morte do animal, as reservas de glicogênio são transformadas em ácido lático num processo anaeróbico e o acúmulo deste ácido ocasiona a diminuição do pH muscular (Luchiari Filho, 2000). Quando as quantidades de glicogênio no animal após o abate são satisfatórias, a produção de ácido lático e a redução do pH ocorre normalmente sem influência sobre a qualidade da carne. O rápido declínio do pH muscular associado a valores elevados de temperatura da carcaça colabora no desenvolvimento de carnes pálidas, moles e de fácil exsudação, denominadas pálida, mole e exudativa (PSE; Berri et al., 2001). Quando o pH muscular mantém-se alto 24 horas após a morte, próximo aos níveis fisiológicos, a carne apresenta-se escura, firme e seca, ou com aspecto escuro, firme e seca (DFD), o que influencia a sua propriedade funcional, além da sua apresentação (Zerouala et al., 1991).

Outro fator em relação à qualidade da carne é a avaliação da retenção de água que está ligada diretamente com o aspecto geral do produto na hora da compra ou quando processado. Segundo Zeola et al. (2007), a menor capacidade de retenção de água da carne implica perdas do valor nutritivo pelo exudato liberado, resultando em carne mais seca e mais dura.

A maciez sensorial da carne também influencia fortemente a percepção do consumidor de aceitabilidade e qualidade do músculo (Miller, 1994). Segundo a autora, com o aumento do conteúdo de gordura, há mais gordura intramuscular, e as fibras musculares são envolvidas por gordura. No cozimento e mastigação, a gordura é liberada, o que estimula a salivação e a percepção de suculência e maciez, assim carne com mais gordura é percebida como suculenta e macia por causa do efeito de lubrificação da gordura.

Além de estar relacionado com a maciez sensorial, o depósito de gordura da carne é de grande importância para a saúde humana devido à composição de ácidos graxos na carne. Em muitos países, a gordura da carne é considerada um componente não saudável, no entanto, sua presença nos tecidos adiposo e muscular contribui significativamente para vários aspectos da qualidade e são essenciais para o valor nutritivo da carne (Wood et al., 2008). Os tecidos adiposos (subcutâneo e intramuscular) são os depósitos de gordura mais importantes para as características de qualidade de carne. É desejável que a carcaça tenha quantidade mínima de gordura no tecido subcutâneo sem uma diminuição prejudicial da gordura intramuscular (Costa et al., 2013). Nos frigoríficos do Brasil é exigido um mínimo de 3 mm de gordura de cobertura, principalmente para proteger a carcaça do resfriamento e evitar o encurtamento das fibras pelo frio (Luchiari Filho, 2000).

A composição em ácidos graxos dos alimentos é de grande importância, principalmente os polinsaturados das famílias ômega-3 e ômega-6, aos quais se atribuem numerosos benefícios ao organismo humano (Lira et al., 2004). Ambos os tipos podem ser encontrados na carne bovina (Scollan et al., 2006).

A literatura reporta superioridade de ácidos graxos ômega 3 na composição lipídica da carne de animais alimentados em pastagens em relação aos alimentos em confinamento (Nuernberg et al., 2005; Lorenzen et al., 2007; Bressan et al., 2011). Os ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 são muito diferentes quanto à sua ação no organismo humano. Enquanto os produtos metabólicos dos ácidos graxos ômega-6 promovem inflamações e tumores, os ácidos graxos ômega-3 atuam no sentido totalmente oposto. Assim sendo, é essencial manter o equilíbrio dietético entre os insaturados ômega-6/ômega-3, para que ambos promovam benefícios à saúde humana. De acordo com as recomendações nutricionais publicadas pela

Organização Mundial de Saúde (2003) as razões ômega-6/ômega-3 devem estar entre 4:1 e 5:1.

Na carne de animais *Bos Indicus* terminados em confinamento, encontra-se cerca de 54,3% de ácidos graxos saturados, 40,9% de monoinsaturados e 4,8% de polinsaturados (Rossato et al., 2009) e é fonte de ácido linoleico conjugado (CLA), um isômero cis-9 trans-11, o qual foi identificado por conter um gama de propriedades benéficas a saúde (Salter, 2013). Os lipídios da carne bovina também contêm ácidos graxos trans dos quais o mais dominante é 18: 1 trans-11 (ácido vacênico). Há muito interesse nos ácidos trans produzidos pelos ruminantes com ênfase no seu efeito de proteção contra o desenvolvimento de doenças coronarianas, distintos dos ácidos graxos trans industriais (Wang; Jacome-Sosa; Proctor, 2012; Salter, 2013).

O potencial de alterar a composição de ácidos graxos do músculo bovino pela nutrição é determinado pela biohidrogenação ruminal dos lipídios na dieta (Scollan et al., 2014) ou possivelmente pela passagem direta dos ácidos graxos através do rúmen, por meio da manipulação de dietas que proporcionem maior fluxo dos mesmos para o intestino, como por exemplo dietas com alto amido. E as principais fontes de ácidos graxos nas rações de ruminantes são óleos vegetais e sementes de oleaginosas (Woods; Fearon, 2009).

Pesquisas vêm sendo realizadas sobre a utilização de fontes lipídicas, como o grão de soja e suas formas, com ênfase na qualidade da carne de bovinos de corte, e como esta fonte pode influenciar a composição do perfil de ácidos graxos da carne destes animais (Fiorentini, 2013; Santana et al., 2014).

Apesar da biohidrogenação ruminal, uma proporção de ácidos graxos polinsaturados atravessa o rúmen intacto e é absorvido e depositado na gordura corporal (Shingfield et al., 2013). O aumento do teor de ácidos graxos polinsaturados (ômega 3) e CLA (em especial, cis-9 trans-11) e da redução dos ácidos graxos saturados são alvos importantes, juntamente com uma maior compreensão do papel dos ácidos graxos trans de ruminantes na alimentação humana. A nutrição é o principal fator que influencia a composição de ácidos graxos da carne bovina, e tanto a nutrição quanto a genética e a idade do animal influenciam o nível de gordura (Scollan et al., 2014).

6. Objetivos

Avaliar o efeito da inclusão de grão de soja moído e nível alto ou baixo de amido na terminação de tourinhos Nelore confinados sobre o consumo e digestibilidade de matéria seca e nutrientes, produção de metano, ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne.

7. Referências

ALLEN, M.S. Drives and limits to feed intake in ruminants. **Animal Production Science**, v.54, p.1513-1524, 2014.

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.

ASSOCON (Associação Nacional dos Confinadores). **Levantamento da Assocon sobre o sistema de produção em confinamento no Brasil**, 2015, Disponível em:<http://www.assocon.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/14/Levantamento-sobre-Confinamento-ASSOCON-2014.pdf>. Acesso em: 09 abril 2015.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER M.; O'MARA F.; MCALLISTER T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, p.21-27, 2008.

BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Nova York: Universidade de Sidney. 1976. 240p.

BERRI, C.; MILLET, N.; BIHAN-DUVAL, E.L. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. **Poultry Science**, v.80, p.833-838, 2001.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; GARCIA, I.F.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1981-1991, 2003.

BRESSAN, M.C.; ROSSATO, L.V.; RODRIGUES, E.C.; ALVES, S.P.; BESSA, R.J.B.; RAMOS, E.M.; GAMA, L.T. Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, v.89, p.221-232, 2011.

CAÑIZARES, G.I.L.; RODRIGUES, L.; CAÑIZARES, M.C. Metabolismo de carboidratos não estruturais em ruminantes. **Archives of Veterinary Science**, v.14, p.63-73, 2009.

CHESSON, A.; FORSBERG, C.W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). **The Rumen Microbial Ecosystem**. Nova Yorque: Elsevier Applied Science, 1988. p.251-284.

CORONA, L.; OWENS, F.N.; ZINN, R.A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, p.3020–3031, 2006.

COSTA, A.S.H.; PIRES, V.M.R.; FONTES, C.M.G.A.; PRATES, J.A.M. Expression of genes controlling fat deposition in two genetically diverse beef cattle breeds fed high or low silage diets. **BMC Veterinary Research**, v.9, p.1-16, 2013.

CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 710p.

EUGENE, M.; MASSE, D.; CHIQUETTE J.; BENCHAAAR, C. Metaanalysis on the effects of lipid supplementation on methane production in lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.88, p.331-334, 2008.

EZEQUIEL, J.M.B.; CRUZ E SILVA, O.G.; GALATI, R.L.; WATANABE, P.H.; BIAGIOLI, B.; FATURI, C. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.569-575, 2006.

FERRARETTO, L.F.; SHAVER, R.D. Meta-analysis: Impact of corn silage harvest practices on intake, digestion and milk production by dairy cows. **The Professional Animal Scientist**, v.28, p.141-149, 2012.

FIORENTINI, G.; MESSANA, J.D.; DIAN, P.H.M.; REIS, R.A.; CANESIN, R.C.; PIRES, A.V.; BERCHIELLI, T.T. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.181 p.26-34, 2013.

FIORENTINI, G., CARVALHO, I.P.C., MESSANA, J.D., CASTAGNINO, P.S., BERNDT, A., CANESIN, R.C., FRIGHETTO, R.T.S., BERCHIELLI, T.T. Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nellore steers. **Journal of Animal Science**, v.92, p.1613-1620, 2014.

FIORENTINI, G.; LAGE, J.F.; CARVALHO, I.P.C.; MESSANA, J.D.; CANESIN, R.C.; REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined Nellore steers. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 28, p. 976-986, 2015.

FLACHOWSKY, G. Mitigation of Greenhouse Gas Emissions in Livestock Production – A Review of Technical Options for non-CO₂ Emissions. **Animal Feed Science and Technology**, v.190, p.95-96, 2014.

FORBES, J.M. (Ed.). **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. CABI, 2007, 532p.

GUO, Y.Q.; LIU, J.X.; LU, Y.; ZHU, W.Y.; DENMAN, S.E.; MCSWEENEY, C.S. Effect of tea saponin on methanogenesis, microbial community structure and expression of mcrA gene, in cultures of rumen micro-organisms. **Letters in Applied Microbiology**, v.47, p.421-426, 2008.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. Florida: Universidade da Florida, 2000. 42 p. (Boletim, 339).

HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). **The Rumen Microbial Ecosystem**. Nova York: Elsevier Applied Science, 1988. p.285-322.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Indicadores da agropecuária**, 2015. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201404_1.shtm. Acesso em: 09 abril 2015.

IMMIG, I. The rumen and hindgut as source of ruminant methanogenesis. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.42, p.57-72, 1996.

JENKINS, T.C. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.

JENKINS, T.C., MCGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1302-1310, 2006.

JENKINS, T.C.; WALLACE, R.J.; MOATE, P.J.; MOSLEY, E.E. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v.86, p.397-412, 2008.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483–2492, 1995.

JORDAN, E.; KENNY, D.; HAWKINS, M.; MALONE, R.; LOVETT, D.K.; O'MARA, F.P. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of young bulls. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2418–2425, 2006.

KMICIKEYCZ, A.D.; HEINRICHS, A.J. Effect of corn silage particle size and supplemental hay on rumen pH and feed preference by dairy cows fed high-starch diets. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.373-385, 2015.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140p.

LIRA, G.M.; MANCINI FILHO, J.; SANT'ANA, L.S.; TORRES, R.P.; OLIVEIRA, A.C.; OMENA, C.M.B.; SILVA NETA, M.L. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, p.529-537, 2004.

LORENZEN, C.L.; GOLDEN, J.W.; MARTZ, F.A.; GRUN, I.U.; ELLERSIECK, M.R.; GERRISH, J.R.; MOORE, K.C. Conjugated linoleic acid content of beef differs by feeding regime and muscle. **Meat Science**. v.75, p.159–167, 2007.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MANSO, T.; CASTRO, T.; MANTECON A.R.; JIMENO, V. Effects of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.127, p.175–186, 2005.

MCALLISTER, T.A.; OKINE, E.K.; MATHISON, G.W.; CHENG, K.J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, p.231–243, 1996.

MEDIC, J.; ATKINSON, C.; HURBURGH JR, C. R. Current knowledge in soybean composition. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.91, p.363-384, 2014.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; FEITOSA, J.V. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.324-364, 2005a.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; BOCCHI, A.L.; QUEIROZ, M.A.A.; FEITOSA, J.V. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.611-623, 2005b.

MENDES, C.Q.; TURINO, V.F.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MORAIS, J.B.; GENTIL, R.G. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.594-600, 2010.

MENEZES, G.C.D.C.; VALADARES FILHO, S.C.; RUAS, J.R.M.; DETMANN, E.; MENEZES, A.D.C.; ZANETT, D.; SILVA JUNIOR, J.M.D. Meat Production in a Feedlot System of Zebu - Holstein Steers and Heifers with Dairy Genetics: Productive and Biological Analyses. **The Scientific World Journal**, v.2014, p.1-7, 2014.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in the feeds and its use in fee evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992. Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.1-32.

MESSANA, J.D.; BERCHIELLI, T.T.; ARCURI, P.B.; RIBEIRO, A.F.; FIORENTINI, G.; CANESIN, R.C. Effects of different lipid levels on protozoa population, microbial protein synthesis and rumen degradability in cattle. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, p.279-285, 2012.

MILLER, R.K. Quality characteristics. In: KINSMAN, D.M.; KOTULA, A.W.; BREIDENSTEIN, B.C. (Eds.) **Muscle Foods: Meat, Poultry and Seafood Technology**. Nova Yorque: Chapman & Hall, 1994. p. 296-332.

MIRON, J.; YOSEF, E.; BEN-GHEDALIA, D. Composition and in vitro digestibility of monossacharide constituents of selected byproduct feeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.49, p.2322-2326, 2001.

MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p.539-570.

MOSS, A.R.; JOUANY, J.P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. **Annals of Zootechnology**, v.49, p.231–253, 2000.

NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N.D.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I. Effects of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *Longissimus* muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, p.137-147, 2005.

NRC. National Research Council. **Nutrients requirements of sheep**. Washington: National Academies Press, 2007. 362p.

NUSSIO, L.G.; LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Caracterização e importância da fibra na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS, 2000. Carambeí. **Anais...** Carambeí: Fundação ABC, 2000.

OMS - Organização Mundial de Saúde. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Report of a Joint OMS/FAO Expert Consultation. Genebra: OMS, 2003. 916p.

OWENS, F.N.; DONALD, R.G.; SECRIST, D.S.; COLEMAN, S.W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152-3172, 1995.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.275–286, 1998.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de Lipídios. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Funep, p. 299-322, 2011.

PAVAN, E.; DUCKETT, S.K.; ANDRAE, J.G. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. I. Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1330–1339, 2007.

ROCHE, J.R.; BLACHE, D.; KAY, J.K.; MILLER, D.R.; SHEAHAN, A.J.; MILLER, D.W. Neuroendocrine and physiological regulation of intake with particular reference to domesticated ruminant animals. **Nutrition Research Reviews**, v.21, p. 207-234, 2008.

RODRIGUES, E.; ARRIGONI, M.D.B.; JORGE, A. M.; BIANCHINI, W.; MARTINS, C.L.; ANDRIGHETTO, C. Crescimento dos tecidos muscular e adiposo de fêmeas bovinas de diferentes grupos genéticos no modelo biológico superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.625-632, 2010.

ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; CAROLINO, M.D.C.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.P. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1841-1846, 2009.

SALTER, A.M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, v.7, p.163–171, 2013.

SANTANA, M.C.A., FIORENTINI, G., DIAN, P.H.M., CANESIN, R.C., MESSANA, J.D., OLIVEIRA, R.V., REIS, R.A., BERCHIELLI, T.T. Growth performance and meat quality of heifers receiving different forms of soybean oil in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.194, p.35–43, 2014.

SANTOS, J.E.P.; BILBY, T.R.; THATCHER, W.W.; STAPLES, C.R.; SILVESTRE, F.T. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.23-30, 2008.

SCOLLAN, N.D.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, p.17–33, 2006.

SCOLLAN, N.D.; DANNERBERGR, D.; NUERNBERG, K.; RICHARDSON, I.; MACKINTOSH, S.; HOCQUETTE, J.F.; MOLONEY, A.P. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.97, p.384–394, 2014.

SHINGFIELD, K.J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v.7, p.132–162, 2013.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 856p.

TAMMINGA, S.; VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, C.J.; KETELAAR, R.S.; VAN DER TOGT, P. Ruminant behavior of structural carbohydrates and crude protein from concentrate ingredients in dairy cows. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.38, p.513-526, 1990.

TROY, D.J.; KERRY, J.P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science**, v.86, p.214-226, 2010.

USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos). **Soybeans**, 2015. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/commodities/soybeans>. Acesso em: 26 julho 2015.

VALADARES FILHO.S.C.; VALADARES, R.D.F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE - SIMPÓSIO INTERNACIONAL: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.229-247.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Influence of antibiotics and a deaminase inhibitor on volatile fatty acids and methane production from detergent washed hay and soluble starch by rumen microbes in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v.37, p.21–31, 1992.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Effect of pH on biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and their Ca-salts by rumen microorganisms in vitro. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, p.151-157, 1996a.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Control of rumen methanogenesis. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.42, p.73–97, 1996b.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VARGA, G.A.; DANN, H.M.; ISHLER, V.A. The use of fiber concentrations for ration formulation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3063-3074, 1998.

WANAPAT, M.; MAPATO, C.; PILAJUN, R.; TOBURAN, W. Effects of vegetable oil supplementation on feed intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristic of growing swamp buffaloes. **Livestock Science**, v.135, p.32–37, 2011.

WANG, Y.; JACOME-SOSA, M.M.; PROCTOR, S.D. The role of ruminant trans fat as a potential nutraceutical in the prevention of cardiovascular disease. **Food Research International**, v.46, p.460–468, 2012.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v.78, p.343-358, 2008.

WOODS, V.B.; FEARON, A.M. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. **Livestock Science**, v.126, p.1-20, 2009.

ZEOLA, N.M.B.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; SILVA SOBRINHO, A.G. Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à marinação e maturação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.102, p.215-224, 2007.

ZEROUALA, A.C.; STICKLAND, N.C. Cattle at risk for dark-cutting beef have a higher proportion of oxidative muscle fibres. **Meat science**, v.29, p.263-270, 1991.

CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do *Journal of Animal Science*, exceto o posicionamento das tabelas e o idioma.

Grão de soja moído e níveis de amido sobre o consumo, desempenho, características de carcaça e emissão de metano em tourinhos Nelore confinados

RESUMO: A hipótese do presente estudo é que a casca de soja substituindo o milho como fonte de energia combinada ao grão de soja moído como fonte lipídica reduz a emissão de metano sem afetar o desempenho de animais confinados. Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de grão de soja moído combinado com alto ou baixo nível de amido no consumo, digestibilidade, desempenho e emissão de metano na terminação de tourinhos Nelore confinados ($n=28$, peso inicial = 395 ± 32 kg). As dietas consistiam de nível de amido, alto amido (AA) ou baixo amido (BA) com grão de soja (CGS) ou sem grão de soja (SGS). No AA o ingrediente principal foi o milho, e no BA foi a casca de soja. O grão de soja moído foi adicionado como fonte lipídica nas dietas AACGS, BACGS, AASGS e BASGS representando 5,87; 6,46; 2,48 e 3,14% de extrato etéreo na matéria seca total, respectivamente. O volumoso utilizado foi a silagem de milho e a relação volumoso:concentrado nas dietas experimentais foi de 40:60. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2×2 (AA ou BA; CGS ou SGS), totalizando quatro tratamentos com sete repetições por tratamento. Os dados foram analisados e submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Após 119 dias de alimentação os animais foram abatidos em frigorífico comercial com peso corporal final médio de 590 ± 34 kg. Os animais que receberam GS tiveram uma redução média de 11% do consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais ($P<0,05$). Houve interação significativa entre amido e grão de soja sobre o consumo de fibra em detergente neutro ($P=0,0191$), sendo o menor consumo para os animais que receberam AACGS. CGS causou efeito na digestibilidade, reduzindo em 3% a digestibilidade aparente da matéria seca ($P=0,0282$) e em 2,8% da matéria orgânica ($P=0,0348$). Ocorreu interação significativa entre amido e grão de soja sobre a digestibilidade aparente do extrato etéreo ($P=0,0245$) e da fibra em detergente neutro ($P=0,0497$), sendo a menor digestibilidade de extrato etéreo (75,05%) e fibra detergente neutro (43,19%) para AACGS. Os animais que receberam CGS tiveram

um aumento na eficiência alimentar em 17% ($P=0,0076$). Não houve efeito dos tratamentos ($P>0,05$) para ganho médio diário (média de 1,38 kg), rendimento de carcaça (58,42%), ganho em carcaça (1,04 kg/dia), área de olho de lombo (85,60 cm²) e espessura de gordura subcutânea (6,46 mm). Os animais que receberam CGS tiveram redução de 28% da emissão de metano entérico em g.dia⁻¹ ($P<0,0001$). Concluiu-se que a inclusão de aproximadamente 25% de soja grão na dieta de tourinhos, da raça Nelore, em confinamento, proporciona aumento na eficiência alimentar e reduz a emissão de metano entérico nos animais, independente do nível de amido do concentrado.

Palavras-chave: *Bos Indicus*, carcaça, casca de soja, gases do efeito estufa, grão de soja, milho.

INTRODUÇÃO

Produtos a base de soja possuem grande percentual de ácidos graxos insaturados, principalmente o óleo de soja, em média, com 75% de insaturação, sendo assim quando incluídos nas rações de ruminantes apresentam efeitos desejáveis, como reduzir substancialmente a metanogênese ruminal de bovinos de corte (Jordan et al., 2006).

O metano entérico emitido pelos ruminantes representa uma perda de 2% a 12% da energia bruta dos alimentos e contribui para efeitos globais de efeito estufa (Johnson; Johnson, 1995). Portanto, uma redução na produção de metano entérico deve reduzir essa ineficiência, bem como o impacto ambiental da produção de ruminantes. Outra estratégia para a redução de emissões de metano é a adição de grãos ricos em amido prontamente fermentável a dieta, favorecendo a produção de propionato, e como consequência, o nível de metano produzido poderá ser menor (Moss et al., 2000). No entanto, o aumento da concentração de amido na dieta pode reduzir a digestibilidade ruminal da fibra em detergente neutro e essa redução pode ser parcialmente explicada por efeitos associativos negativos de maior ingestão de amido sobre as populações bacterianas ruminais que influenciam a digestão da FDN (Ferraretto et al., 2012). Como fonte alternativa de energia têm-se a casca do grão de soja que vem sendo utilizada em virtude de ser uma fonte energética-fibrosa

altamente digestível (Van Soest, 1994) e seu efeito sobre a degradação da fibra não é tão intenso (Firkins, 1997; Bach et al., 1999).

A hipótese do presente estudo é que a casca de soja substituindo o milho como fonte de energia combinada ao grão de soja moído como fonte lipídica reduz a emissão de metano sem afetar o desempenho e características de carcaça de bovinos de corte confinados. Desta maneira o objetivo foi avaliar o efeito da inclusão de grão de soja combinado com alto ou baixo nível de amido na terminação de tourinhos Nelore confinados sobre o consumo e digestibilidade de matéria seca e nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção de metano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos utilizados neste experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética, Bioética e Bem-Estar Animal Comitê (CEBEA - Comissão de Ética e Bem-Estar Animal) do campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP-Jaboticabal (número de protocolo 021119/11).

O experimento foi conduzido nas instalações do Confinamento Experimental no Setor de Digestibilidade pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista em Jaboticabal, São Paulo.

Histórico dos animais

Os animais utilizados no presente estudo foram provenientes de uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, recebendo suplementos (0,5% do peso corporal) que consistiam em alto ou baixo amido, com ou sem grão de soja como estratégia para a terminação nas secas. Os suplementos foram formulados com milho, associado ou não com grão de soja e casca de soja, associada ou não com grão de soja, todos contendo 28% glicerina bruta na matéria seca.

Animais experimentais

Foram utilizados 36 tourinhos, não castrados, da raça Nelore com peso corporal médio inicial de 395 ± 32 kg e idade média inicial de 20 ± 3 meses. Dentre

os 36 animais foram abatidos inicialmente 8 animais, utilizados como referência, para estimar o peso de carcaça inicial e obter no final do experimento, o ganho de carcaça diário e o ganho de carcaça em relação ao ganho médio diário de peso. Os 28 animais restantes foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas e então adaptados à dieta experimental (respeitando o mesmo tratamento que receberam no pasto) e às instalações do confinamento por 21 dias.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 21 m² (7x3 m), contendo cocho de madeira e bebedouro e foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2x2 (alto ou baixo amido; com ou sem grão de soja moído), totalizando quatro tratamentos com sete repetições por tratamento. O ganho de peso total e o ganho médio diário foram determinados no início e final do período de confinamento com jejum sólido de 12 horas. A cada 30 dias foram realizadas pesagens intermediárias, visando monitorar as variações no desempenho dos animais. E após 140 dias de alimentação (adaptação + período experimental) os animais foram abatidos em frigorífico comercial com média de 590 ± 34 kg.

Dietas

As dietas fornecidas foram elaboradas para serem isonitrogenadas, e formuladas para proporcionar um consumo de matéria seca de 2,2% do peso corporal e ganho médio de 1,30kg/dia, de acordo com Valadares Filho et al. (2010) e oferecidas uma vez ao dia às 8h00. A quantidade de alimento oferecida foi ajustada diariamente, a partir do consumo observado no dia anterior mantendo as sobras em torno de 10% do fornecido, caracterizando consumo *ad libitum*.

As dietas consistiam de nível de amido, alto amido (AA) ou baixo amido (BA) com grão de soja (CGS) ou sem grão de soja (SGS). No AA o ingrediente principal foi o milho, e no BA foi a casca de soja. O grão de soja moído foi adicionado como fonte lipídica. O volumoso utilizado foi a silagem de milho e a relação volumoso : concentrado nas dietas experimentais foi de 40:60 (Tabela 1). Todas as dietas continham 10% de glicerina bruta na matéria seca, e este subproduto foi utilizado em todas as dietas substituindo o milho ou a casca de soja. A glicerina é um subproduto

da indústria do biodiesel e pode ser usada na dieta de ruminantes sem comprometer o consumo e o desempenho (Drouillard, 2012; Parsons et al., 2009).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes em porcentagem da matéria seca e composição química das dietas experimentais.

	Alto amido		Baixo amido	
	CGS	SGS	CGS	SGS
<i>Proporção de ingredientes, %</i>				
Silagem de milho	40,00	40,00	40,00	40,00
Milho	24,09	30,34	0,00	0,00
Farelo de soja	0,00	17,61	0,00	15,68
Casca de soja	0,00	0,00	20,68	23,86
Grão de soja	23,86	0,00	27,27	0,00
Glicerina bruta	10,00	10,00	10,00	10,00
Suplemento mineral ¹	2,05	2,05	2,05	2,05
<i>Composição química, %</i>				
MS	60,08	60,35	58,94	58,62
MO	95,72	95,99	94,72	94,73
Amido	24,05	25,91	12,06	9,78
PB	14,03	14,75	15,64	15,25
EE	5,87	2,48	6,46	3,14
CNF	48,53	51,24	38,64	40,30
Carboidratos totais	75,82	78,06	72,63	76,35
FDN	17,72	17,24	24,41	26,48
FDA	10,08	10,00	16,96	18,22
Lignina	8,41	7,84	8,75	8,33
Energia Bruta (Mcal/kg)	4,15	3,99	4,18	3,95
NDT ²	72,60	71,52	74,22	71,29
<i>Ácidos graxos, %</i>				
C12:0 - Laurico	0,15	0,15	0,15	0,15
C14:0 - Mirístico	0,13	0,13	0,13	0,13
C16:0 - Palmítico	15,73	16,78	17,19	17,95
C16:1 - Palmitoleico	0,11	0,11	0,11	0,11
C18:0 - Estearico	3,19	2,71	3,67	4,20
C18:1n9c - Oleico	27,47	30,66	28,42	28,65
C18:2n6c - Linoleico	44,41	42,31	41,84	40,01
C18:3n3 - Linolenico	5,09	3,99	4,76	4,91
Ácidos graxos saturados	19,2	19,77	21,14	22,43
Ácidos graxos insaturados	77,08	77,07	75,13	73,68
Não identificados	3,73	3,17	3,72	3,90

¹Composição do produto: Cálcio 120g; Fósforo 30g; Enxofre 25g; Sódio 80g; Cobre 330mg; Manganês 950mg; Zinco 1220mg; Iodo 24mg; Cobalto 20mg; Selênio 6mg; Flúor (máx) 300mg.

²Nutrientes digestíveis totais – valores calculados (NDT= PBd + FDNd + CNFd + (EE_{x2,25})).
(CGS): com adição de grão de soja moído; (SGS): sem adição de grão de soja moído.

Amostragem e caracterização da dieta

Amostras dos concentrados, volumoso e sobras foram coletadas a cada 30 dias, armazenadas em freezer, e logo após foram realizadas amostras compostas e estas foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho de faca tipo “Willye” com peneira de malha de 1mm.

Foram quantificados os teores de matéria seca (método 934.01; AOAC, 1990); matéria mineral (método 942.05; AOAC, 1990); extrato etéreo (método 954.02; AOAC, 1990) e lignina (método 973.18; AOAC, 1990). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas conforme Van Soest et al. (1991), com uso de alfa-amilase termoestável, porém sem adicionar sulfito, e utilizando-se sacos da ANKON (F57) e o aparelho ANKON 200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA).

As concentrações de nitrogênio (N) em cada amostra foram determinadas por combustão rápida (850°C), conversão de todos os produtos N-combustíveis para N₂ e subsequente medição por célula de termo condutividade Leco®, modelo FP-528 (LECO Corporation, Michigan, EUA). A Proteína Bruta (PB) foi calculada como a percentagem de N na amostra multiplicada por 6,25. O conteúdo de energia bruta (EB) foi determinado utilizando uma bomba calorimétrica adiabática (SRPA Instrument Company 6300, Moline, IL, EUA). A concentração de amido dos concentrados e da silagem foi determinada segundo Knudsen et al. (1987).

Foram colhidas amostras de silagem de milho a cada período experimental para análises de pH, nitrogênio amoniacal e análises bromatológicas. Nestas amostras foi elaborado um extrato aquoso (Kung Jr et al., 1984) para determinação dos valores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) com o objetivo de caracterizar a planta de milho ensilada. Os carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT) das dietas e das sobras foram calculados segundo metodologia da Universidade de Cornell, descrita por Sniffen et al. (1992). Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) presentes nas silagens foram determinados segundo a metodologia descrita por Wilson (1971), utilizando-se cromatógrafo a gás (HP 4890) (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química da silagem de milho.

Item	Silagem de milho
pH	3,92
N-amoniacal, mg NH ₃	9,09
Ácido acético, mM	2,08
Ácido propiônico, mM	1,10
Ácido butírico, mM	0,05
Matéria seca, %	26,95
Proteína Bruta, %	8,45
Fibra em detergente neutro, %	42,84
Extrato etéreo, %	2,47
Amido, %	17,92

Ensaio de digestibilidade

Os ensaios de digestibilidade foram realizados no terço médio de cada período experimental, sendo que as fezes de cada animal foram coletadas diretamente no piso das baias, na região superior da placa de fezes, imediatamente após a defecação para evitar possível contaminação, em dois dias consecutivos, sendo que no primeiro dia a coleta ocorreu na parte da manhã e no segundo na parte da tarde. As fezes, devidamente identificadas, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por cerca de 72 horas e moídas em moinho com peneira de 1mm. A partir das três amostras moídas de fezes, obteve-se, proporcionalmente, uma amostra composta por animal com base no peso seco ao ar. (Paulino et al., 2008).

A excreção de matéria seca fecal foi estimada a partir da técnica de indicador interno (Cochran et al., 1986), sendo a fibra indigestível em detergente neutro (FDNi) o indicador adotado. A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi obtida pela metodologia *in situ* por 240 horas (Casali et al., 2008) e posterior extração da fibra em detergente neutro conforme Van Soest et al. (1991).

Nas fezes, foram quantificados os teores de matéria seca (método 934.01; AOAC, 1990); matéria mineral (método 942.05; AOAC, 1990); extrato etéreo (método 954.02; AOAC, 1990) e lignina (método 973.18; AOAC, 1990). A fibra em

detergente neutro (FDN) foi determinada conforme Van Soest et al. (1991), com uso de alfa-amilase termoestável, porém sem adicionar sulfito, e utilizando-se sacos da ANKON (F57) e o aparelho ANKON 200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA).

As concentrações de nitrogênio (N) em cada amostra foram determinadas por combustão rápida (850°C), conversão de todos os produtos N-combustíveis para N₂ e subsequente medição por célula de termo condutividade Leco®, modelo FP-528 (LECO Corporation, Michigan, EUA). A Proteína Bruta (PB) foi calculada como a percentagem de N na amostra multiplicada por 6,25.

Avaliação de metano entérico

As emissões de metano foram avaliadas utilizando-se a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆) (Johnson e Johnson, 1994), onde cada um dos animais foi amostrado diariamente durante 5 dias consecutivos, no final do último período de alimentação, para não comprometer o consumo e o desempenho. Vinte e oito animais (sete repetições por tratamento) foram equipados com cabrestos de coleta de gás em 10 dias antes da amostragem do metano para permitir que os animais se adaptassem e facilitasse a amostragem. Tubos de bronze de permeação preenchidos com SF₆ e taxas de libertação conhecidas foram administradas oralmente a cada um dos 28 animais 72 horas antes da amostragem do metano para permitir que o gás marcador se equilibrasse no rúmen. A taxa de liberação do gás a partir do tubo de permeação era conhecida antes de sua inserção no rúmen. Os tubos de penetração foram mantidos em banho de água a 39°C, para serem pesadas 8 semanas em laboratório.

Os animais foram equipados com cabrestos coletores de gás conectados a “cangas” (com vácuo) de cloreto de polivinila destinadas a preencher metade de seu volume ao longo de 24 horas. A amostragem iniciava-se às 6h00 diariamente, antes da alimentação, e cada animal foi removido individualmente e conduzido ao curral para facilitar a amostragem.

As “cangas” de coleta foram fixadas acima do pescoço de cada animal para reduzir o risco de danificação do equipamento e foram ligados à cabeçada por tubulação acompanhada internamente por tubos flexíveis. A pressão da “canga”

retirada do animal foi medida após 24 horas de coleta, e se ficasse fora da faixa esperada, a cabeçada era preventivamente substituída. Se a pressão ficasse acima do intervalo, o cabresto provavelmente foi bloqueado ou desligado; ou se a pressão final foi inferior ao esperado, possivelmente, havia um vazamento no sistema. Em ambas as situações o novo cabresto foi colocado no animal com uma taxa média de absorção dentro o intervalo estipulado (preencher metade da canga ao longo de 24 horas). As leituras de pressão eram registradas, e as cangas eram pressurizadas utilizando N₂ puro. As amostras de ar ambiente, no confinamento foram coletadas duas amostras por dia, para determinar o plano de fundo das concentrações de metano e SF₆. Esses valores foram subtraídos aos dos valores provindos dos animais para calcular a saída líquida no ar expirado. A taxa de emissão de metano foi calculada (Westberg et al., 1998): $QCH_4 = QSF_6 \times ([CH_4]_y - [CH_4]_B) / [SF_6]$; onde QCH₄ é a taxa de emissão de metano em litros / hora, QSF₆ é conhecida a taxa de liberação de SF₆ a partir do tubo de permeação, [CH₄]_y e [SF₆] são as concentrações medidas na canga e [CH₄]_B amostras de ar ambiente. A partir dos dados primários foram calculadas as emissões de CH₄ por dia, por ano, em função do ganho médio diário, ganho em carcaça, consumo de matéria seca, ingestão de FDN e ingestão de energia bruta.

Abate e avaliação de carcaça

O abate foi realizado em frigorífico comercial sob inspeção federal de acordo com as normas de bem-estar animal (Brasil, 1997).

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças e pesadas para se obter o peso de carcaça quente (PCQ) e em seguida, resfriadas em câmara fria a 0°C por 24 horas. Após a pesagem, foi feito um corte na carcaça esquerda entre a 12ª e 13ª costelas, e o músculo *Longissimus* foi utilizado para mensurações da espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL). Para a determinação da EGS utilizou-se um paquímetro digital e para AOL uma grade reticulada própria, com medida em centímetros quadrados (cm²).

O rendimento de carcaça quente foi calculado pela razão entre o peso da carcaça quente e o peso corporal de cada animal em jejum em porcentagem. O ganho em carcaça diário (GC) foi obtido a partir dos animais referência:

$$GC = [PCQ - (PI \times RC \text{ ref})] / \text{dias}$$

Onde:

PCQ = Peso de carcaça quente animais experimentais;

PI = Peso inicial animais experimentais;

RC ref = Rendimento de carcaça dos animais referência.

Análise estatística

O delineamento experimental foi o Inteiramente Casualizado em fatorial 2x2 (2 níveis de cada fator) e os dados foram analisados por meio do procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC). O modelo incluiu os efeitos fixos de níveis de amido, inclusão da fonte lipídica e da interação dos níveis de amido e fonte lipídica:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + O_k + (S_i \times O_k) + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = observação do animal j sujeito ao amido em uma inclusão de grão de soja k;

μ = média geral;

S_i = efeito do amido $i = 1$ e 2 ;

O_k = efeito da inclusão de grão de soja $k = 1$ e 2 ;

$S_i \times O_k$ = interação entre amido I inclusão de grão de soja k;

e_{ijk} = erro experimental residual.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Não houve interação significativa entre os fatores (grão de soja e amido) para as variáveis apresentadas na Tabela 3.

Os animais que receberam CGS tiveram uma redução média de 11% do consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais ($P < 0,05$). A inclusão de alto amido na dieta dos animais provocou um aumento de 7% do consumo de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais

e 10% do consumo de energia bruta em relação aos animais que receberam baixo amido (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), energia bruta (CEB), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e consumo de matéria seca por porcentagem do peso corporal (%PC) de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
	CGS	SGS	AA	BA		GS	A	GSxA
<i>Consumo, kg.d⁻¹</i>								
CMS	8,31 ^b	9,55 ^a	9,26 ^a	8,60 ^b	0,82	<0,01	0,04	0,49
CMO	7,92 ^b	9,07 ^a	8,84 ^a	8,14 ^b	0,78	<0,01	0,02	0,46
CPB	1,23 ^b	1,45 ^a	1,35	1,32	0,11	<0,01	0,47	0,66
CEE	0,52 ^a	0,27 ^b	0,38	0,41	0,04	<0,01	0,10	0,10
CNDT	6,08 ^b	6,82 ^a	6,66 ^a	6,25 ^b	0,47	<0,01	0,03	0,60
CEB, Mcal. ^{d-1}	34,6	36,7	37,6 ^a	33,7 ^b	4,55	0,23	0,02	0,75
CMS, %PC	1,64 ^b	1,84 ^a	1,82 ^a	1,66 ^b	0,12	<0,01	<0,01	0,69

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito do grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Houve interação significativa entre amido e grão de soja sobre o consumo de fibra em detergente neutro, sendo o menor consumo dos animais que receberam AA CGS (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Item				EPM ¹	P-valor ²		
		AA	BA		GS	A	GSxA
CFDN	CGS	2,32 ^{A,b}	2,63 ^{B,a}	0,25	<0,01	<0,01	0,01
	SGS	2,52 ^{A,b}	3,32 ^{A,a}				

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito de grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey, enquanto valores em uma mesma coluna, seguidos por letras maiúsculas diferentes diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A dieta CGS causou efeito na digestibilidade, reduzindo a digestibilidade aparente da matéria seca (em 3%) e da matéria orgânica (em 2,8%) em relação ao

animais que não receberam óleo. A dieta CGS não afetou a digestibilidade aparente da proteína para todos os tratamentos. A inclusão de AA ou BA não afetou a digestibilidade aparente dos nutrientes para todos os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) e proteína bruta (DPB) de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Item	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
	Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
<i>Digestibilidade, %</i>								
DMS	68,9 ^b	71,1 ^a	70,2	69,9	2,38	0,02	0,74	0,44
DMO	70,4 ^b	72,4 ^a	71,3	71,4	2,4	0,03	0,93	0,51
DPB	63,4	64,1	62,8	64,7	2,66	0,51	0,05	0,09

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito de grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Ocorreu interação significativa entre amido x grão de soja sobre a digestibilidade aparente do extrato etéreo e da fibra em detergente neutro. (Tabela 6).

Tabela 6. Digestibilidade aparente do extrato etéreo (DEE) e da fibra em detergente neutro (DFDN) de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Seja mais e níveis de amido:				P-valor ²			
Item		Alto amido	Baixo amido	EPM ¹	GS	A	GSxA
DEE	CGS	75,0 ^{A,b}	87,5 ^{A,a}	3,85	0,07	<0,01	0,02
	SGS	75,8 ^{A,b}	81,2 ^{B,a}				
DFDN	CGS	43,1 ^{B,b}	53,7 ^{A,a}	3,12	<0,01	<0,01	0,04
	SGS	49,5 ^{A,b}	55,2 ^{A,a}				

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito de grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey, enquanto valores em uma mesma coluna, seguidos por letras maiúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os animais que receberam CGS tiveram um aumento na eficiência alimentar (em 17%). Para o ganho médio diário, rendimento de carcaça, ganho em carcaça,

área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea não houve efeitos significativos dos tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7. Peso Inicial (PI), Peso Final (PF), Ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA), rendimento de carcaça quente (RC), ganho em carcaça (GC), área de olho de lombo (AOL) em cm² e por 100 kg de carcaça quente (AOL %) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Item	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
	Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
PI, kg	425,3	431,9	425,9	431,2	37,14	0,63	0,70	0,93
PF, kg	588,6	591,8	593,4	587,0	55,31	0,88	0,75	0,99
GMD, kg.dia ⁻¹	1,37	1,39	1,41	1,36	0,18	0,81	0,46	0,44
EA ³	0,17 ^a	0,14 ^b	0,15	0,16	0,01	<0,01	0,56	0,70
RC, %	58,3	58,8	58,8	58,3	1,52	0,38	0,41	0,65
GC, kg.dia ⁻¹	1,00	1,08	1,08	1,00	0,11	0,07	0,07	0,29
AOL, cm ²	84,9	86,3	89,5	81,7	11,60	0,74	0,08	0,27
AOL, %	25,0	24,8	25,5	24,2	2,61	0,82	0,20	0,22
EGS, mm	6,70	6,22	6,04	6,88	1,85	0,50	0,24	0,51

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito de grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey. ³Expressa em: kg GMD . kg⁻¹ CMS.

Os animais que receberam CGS tiveram uma redução significativa na emissão de metano entérico (CH₄), para as variáveis gramas de CH₄ por dia e por ano (em 28%), gramas de metano por ganho médio diário (em 27%), gramas de metano por ganho em carcaça (em 22%), gramas de metano por consumo de matéria seca (em 16%), gramas de CH₄ por consumo de FDN (em 14%) e perdas de metano por porcentagem da Energia Bruta ingerida (EBI; em 23%). Alto amido ou baixo amido não afetou a produção de metano entérico (Tabela 8).

Tabela 8. Emissão de metano entérico (CH_4) de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido..

CH_4	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
	Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
g.dia ⁻¹	118,7 ^b	164,4 ^a	140,8	142,3	19,27	<0,01	0,84	0,93
kg.ano ⁻¹	43,4	60,0	51,4	51,9	14,13	<0,01	0,84	0,93
g.kg ⁻¹ GMD	87,5 ^b	119,7 ^a	101,8	105,4	15,90	<0,01	0,54	0,43
g.kg ⁻¹ GC	120,6 ^b	153,4 ^a	131,4	142,5	18,99	<0,01	0,13	0,42
g.kg ⁻¹ CMS	14,5 ^b	17,3 ^a	15,3	16,6	2,69	0,01	0,21	0,62
g.kg ⁻¹ CFDN	48,9 ^b	57,0 ^a	58,6 ^a	47,3 ^b	9,61	0,03	<0,01	0,11
% EBI	3,49 ^b	4,52 ^a	3,76	4,25	0,77	<0,01	0,10	0,79

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito de grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

DISCUSSÃO

A adição de grão de soja moído às dietas, independente de nível de amido utilizado, foi associado com uma redução do consumo e digestibilidade de nutrientes e emissões de metano. No presente estudo os efeitos da adição de grão de soja moído como fonte lipídica sobre o consumo de MS, MO, PB, FDN foram significativos. Isto é consistente com observações anteriores quando foi verificado redução na ingestão de MS em dietas contendo grão de soja na dieta de bovinos confinados (Bassi et al., 2012; Fiorentini et al., 2014).

Os animais que receberam CGS neste estudo tiveram maior ingestão de EE (62g/kg de MS) do que aqueles que não receberam (28g/kg de MS). Dietas contendo 70g de EE/kg MS ou mais podem causar depreciação da alimentação e ser tóxico para microrganismos ruminais, pois o lipídio adere às partículas de comida e cria uma barreira física que impede a ação de microrganismos e enzimas microbianas, especialmente se há grande proporção de ácidos graxos insaturados contidos no EE (Palmquist e Jenkins, 1980; Sullivan et al., 2004). O menor consumo pode ter sido provocado também pelo aumento das concentrações séricas de ácidos graxos insaturados, os quais ativaram os receptores no centro de saciedade do hipotálamo (Allen, 2000; Obici et al., 2002). Em vista disso, pode-se inferir que a

diferença na ingestão de MS e nutrientes é devido à ingestão de lipídios pelos animais.

A associação de amido (alto e baixo) com uma fonte lipídica, pode não ter influência sobre o consumo de matéria seca, sendo que a alteração deste é dependente do nível de inclusão lipídica (Neto et al., 2015). O que reforça a ideia de que o efeito da adição de lipídios sobre o consumo é muito variável, dependendo principalmente da fonte e da quantidade utilizada, a categoria de animais estudados e a forma de abastecimento, entre outras características.

A redução significativa no consumo de FDN para os animais alimentados com alto teor de amido com grão de soja deve-se a um menor percentual de FDN desta dieta em relação à dieta com baixo teor de amido, essa diferença pode ser explicada pelo maior percentual de FDN na casca de soja.

A adição de grão de soja reduziu a digestibilidade da MS (3%) e MO (2,8%), tanto para os animais alimentados com alto ou baixo amido. Isto é provavelmente devido a uma diminuição no número de protozoários e bactérias ruminais, incluindo várias populações de bactérias fibrolíticas e diminuição da atividade de enzimas degradantes de fibra (Huws et al, 2010; Patra e Yu, 2013) e as bactérias fibrolíticas estão entre os mais sensíveis a inibição por gorduras alimentares (Nagaraja et al., 1997).

Nas dietas com baixo amido, associado ou não CGS, o teor de fibra em detergente neutro (FDN) mais elevado aumentou a digestibilidade aparente do EE e FDN, possivelmente pela menor taxa de degradação do FDN vinda da casca soja, aumentando o tempo de retenção da digesta no retículo-rúmen e reduzindo a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal (Oliveira et al., 2007a), além desta dieta possuir menores teores de carboidratos não fibrosos.

Ausência de efeitos do amido e grão de soja no GMD, RC, GC, AOL e EGS podem estar relacionados ao valor nutritivo da casca de soja foi semelhante ao do milho e que possíveis alterações na fermentação ruminal associadas com as diferentes fontes de carboidrato não afetaram a eficiência do uso de alimentos no crescimento dos diferentes tecidos dos animais. Efeitos da casca de soja no desempenho animal podem estar relacionados à taxa de inclusão deste alimento. Em baixa taxas de inclusão, não compromete o desempenho, pois a casca é mais

digerível em comparação com o milho. Assim, quando incluída em baixas porcentagens no concentrado pode reduzir transtornos metabólicos, aumentando assim a disponibilidade de energia a partir de outros componentes da dieta (Neto et al., 2015).

A emissão de metano entérico em g.dia^{-1} foi reduzida em 28% nos animais que receberam CGS, independente do nível de amido, demonstrando um aproveitamento da energia, ou seja, estes animais consumiram menos e ganharam o mesmo peso que os demais, talvez pelo excedente de energia que não foi desperdiçada na forma de metano, consequentemente tiveram aumento da eficiência alimentar (0,17). Provavelmente esta redução da emissão foi devida a diminuição da quantidade de protozoários, já que estes microrganismos são importantes produtores de H_2 no rúmen, principal substrato para o metabolismo dos metanogênicos (Martin et al., 2010). A adição de grão de soja ou óleo de soja na dieta de bovinos pode reduzir em até 80% a população de protozoários ruminais (Fiorentini et al., 2013). A remoção de protozoários (defaunação) do rúmen é freqüentemente associada com um aumento da oferta de proteína microbiana e melhoria da produtividade animal (Patra e Saxena, 2009). Desta forma, a manipulação do H_2 no rúmen é a chave para controlar a emissão de metano e as vias metabólicas envolvidas na formação e utilização do H_2 , bem como a população metanogênica são importantes fatores que devem ser levados em consideração no desenvolvimento de estratégias para controlar a emissão de metano por ruminantes.

A energia perdida na forma de emissões de metano (expressada como energia consumida) foi de 3,49% nos animais que receberam CGS e de 4,52% nos SGS. Esse valor é menor do que o valor informado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) para animais que consomem concentrado inferior a 90% na ração (6,5% da ingestão de energia bruta). Segundo Martin et al. (2007), as perdas de metano mostram-se relativamente constantes para dietas contendo de 30 a 40% de concentrado (6 a 7% da EB ingerida) e então decrescem rapidamente para baixos valores (2 a 3% da EB ingerida) para dietas contendo de 80 a 90% de concentrado.

O conhecimento dos mecanismos de síntese de metano e os fatores que afetam sua produção são importantes e o desafio no sistema produtivo de

ruminantes é desenvolver dietas e estratégias de manejo que minimizem a produção relativa de metano, possibilitando maior eficiência produtiva e redução da contribuição negativa da pecuária para o aquecimento global.

No presente estudo, o valor calculado médio de emissão de metano entérico para todos os tratamentos empregados foi de 51,6kg de $\text{CH}_4\cdot\text{ano}^{-1}$, e especificamente para os tratamentos com grão de soja como fonte lipídica o valor foi de 43,4kg de $\text{CH}_4\cdot\text{ano}^{-1}$. Esses valores foram inferiores ao relatado pelo IPCC (2006) que estimou uma produção média de 61kg de $\text{CH}_4\cdot\text{ano}^{-1}$ para bovinos machos na América Latina.

Embora os estudos demonstrem que a composição da dieta afeta a produção de gases do efeito estufa pelos ruminantes, o IPCC, responsável pelo desenvolvimento de metodologias para estimar os estoques globais de emissões, só faz diferenciação entre duas dietas: dietas com mais de 90% de concentrado (3% do consumo EB é perdida na forma de metano); e dietas com menos de 90% de concentrado (6,5% da ingestão de EB é perdida na forma de metano). O intervalo de 0 a 90% de concentrado para estimar a emissão de metano pelo gado de corte é demasiado grande, assim, os resultados apurados neste estudo, com relação volumoso: concentrado (40:60), e energia média perdida na forma de emissões de metano de 4% para os animais alimentados com dietas a base de grão de soja, milho ou casca de soja com silagem de milho pode ser importante para as novas estimativas do IPCC, para os inventários das emissões globais.

CONCLUSÃO

A inclusão de aproximadamente 25% de soja grão na dieta de tourinhos Nelore, em confinamento, proporciona aumento na eficiência alimentar e reduz a emissão de metano entérico nos animais, independente do nível de amido do concentrado, sem influenciar as características de carcaça.

LITERATURA CITADA

- Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83:1598–1624.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. 1990. Official methods of analysis. 12 ed. Washington: AOAC Research Institute. 1098p.
- Bach, A., Yoon, I.K., Stern, M.D., Jung, H.G., and Chester-Jones, H. 1999. Effects of type of carbohydrate supplementation to lush pasture on microbial fermentation in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 82:153-160.
- Bassi, M.S., Ladeira, M.M., Chizzotti, M.L., Chizzotti, F.H.M., Oliveira, D.M., Machado, O.R.N., Carvalho, J.R.R. and Nogueira, A.A.N. 2012. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. *R. Bras. Zootec.* 41:353-359.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Brasília: RIISPOA, 1997. 241p.
- Casali, A.O., Detmann, R., Valadares Filho, S.C., Pereira, J.C., Henrique, L.T., Freitas, S.G., Paulino, M.F. 2008. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. *R. Bras. Zootec.* 37:335-342.
- Cochran, R.C., Adams, D.C., Wallace, J.D and, Galyean, M.L. 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potencial markers. *J. Anim. Sci.* 63:1476-1483.
- Drouillard, J.S. 2012. Utilization of crude glycerin in beef cattle. 2012. In: Makkar, H.P.S. (Ed.), *Biofuel co-products as livestock feed - Opportunities and challenges*. Roma: Food and agriculture organization of the United Nation, p. 155-161.
- Ferraretto, L.F.; Shaver, R.D. 2012. Meta-analysis: Impact of corn silage harvest practices on intake, digestion and milk production by dairy cows. *Prof. Anim. Sci.* 28: 141–149.

- Fiorentini, G., Carvalho, I.P.C., Messana, J.D., Castagnino, P.S., Berndt, A., Canesin, R.C., Frighetto, R.T.S. and Berchielli, T.T. 2014. Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nellore steers. *J. Anim. Sci.* 92:1613-1620.
- Fiorentini, G., Messana, J.D., Dian, P.H.M., Reis, R.A., Canesin, R.C., Pires, A.V. and Berchielli, T.T. 2013. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 181:26-34.
- Firkins, J.L. 1997. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. *J. Dairy Sci.* 80:1426-1437.
- Huws, S.A., Lee, M.R., Muetzel, S.M., Scott, M.B., Wallace, R.J. and Scollan, N.D. 2010. Forage type and fish oil cause shifts in rumen bacterial diversity. *FEMS Microbiol. Ecol.* 73:396–407.
- IPCC. Guidelines for national greenhouse gas inventories 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change, National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Kanagawa, Japan.
- Johnson, K.A., and Johnson, D.E. 1994. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF₆ tracer technique. *Environ. Sci. Technol.* 28: 359-362.
- Johnson, K.A., and Johnson, D.E. 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73: 2483–2492.
- Jordan, E., Kenny, D., Hawkins, M., Malone, R., Lovett, D. K., and O'Mara, F. P. 2006. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of young bulls. *J. Anim. Sci.* 84: 2418–2425.
- Knudsen, K.E.B., Eggum, B.O., and Jacobsen, I. 1987. Nutritive-value of Danish-grown barley varieties, II. Effect of carbohydrate-composition on digestibility of energy and protein. *J. Cereal Sci.* 6:187-195.
- Kung Jr., L., Grieve, D.B., Thomas, J.W., Huber, J.T. 1984. Added ammonia or microbial inoculant for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. *J. Dairy Sci.* 67: 299-306.

- Martin, C., Dubroeuq, H., Micol, D., Agabriel, J., and Doreau, M. 2007. Methane output from beef cattle fed different high-concentrate diets. In: Proceedings of the British Society of Animal Science, Southport: BSAS. p.46.
- Martin, C., Morgavi, D.P., and Doreau, M. 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*. 4: 351–365.
- Moss, A.R., Jouany, J.P., and Newbold, J. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. In *Annales de Zootechnie*. Paris: Institut national de la recherche agronomique. 49: 231-254.
- Neto, A.J., Messana, J.D., Ribeiro, A.F., Vito, E.S., Rossi, L.G., and Berchielli, T.T. 2015. Effect of starch-based supplementation level combined with oil on intake, performance, and methane emissions of growing Nellore bulls on pasture. *J. Anim. Sci.*
- Nagaraja, T.G., Newbold, C.J., Van Nevel, C.J., and Demeyer, D.I. 1997. Manipulation of ruminal fermentation. In: Hobson, P.N., Stewart, C.S. (Ed.), *Rumen Microbial Ecosystem*. Londres: Blackie Academic and Professional, p. 523–623.
- Obici, S.Z., Feng, H., Morgan, K., Stein, D., Karkanias, G., and Rosseti, L. 2002. Central administration of oleic acid inhibits glucose production and food intake. *Diabetes*. 51: 271–275.
- Oliveira, A.S, Campos, J.M.S., Valadares Filho, S.C., Assis, A.J, Teixeira, R.M.A, Valadares, R.F.D., Pina, D.S., and Oliveira, G.S. 2007. Substituição do milho por casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. *Rev. Bras. Zootec.* 36: 1172-1182.
- Palmquist, D.L.,and Jenkins, T.C. 1980. Review: Fat in lactation rations. *J. Dairy Sci.* 63: 1–14.
- Parsons, G.L., Shelor, M.K., and Drouillard, J.S. 2009. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *J. Anim. Sci.* 87: 653-657.
- Patra, A.K., and Saxena, J. 2009. The effect and mode of action of saponins on microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research Reviews*. 22:204–219.

- Paulino, P.V.R., Valadares Filho, S.D.C., Detmann, E., Valadares, R.F.D., Fonseca, M.A., Vêras, R.M.L., and Oliveira, D. M. 2008. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.* 37:1079-1087.
- Sniffen, C.J., Connor, J.D., Van Soest, P.J. Fox, D.G., and Russel, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70: 3562-3577.
- Sullivan, H. M., Bernard, J.K., Amos, H.E., and T. C. Jenkins, T.C. 2004. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. *J. Dairy Sci.* 87:665–671.
- Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L., and Paulino, P.V.R. 2010. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR corte. UFV: Viçosa, 193p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relations to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 476p.
- Westberg, H., Johnson, K.A.; Cossalman, M.W.; and Michal, J.J. 1998. A SF6 tracer technique: methane measurement from ruminants. Pullman: Washington State University, 40p.
- Wilson, R.K.A. 1971. A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid in silage. Research Report. Dublin, Ireland: Agricultural Institute, Dunsinea Research Centre, 7p.

CAPÍTULO 3

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do *Meat Science*, exceto o posicionamento das tabelas e o idioma.

Grão de soja moído e níveis de amido na qualidade da carne de tourinhos Nelore confinados

RESUMO: Este estudo avaliou o efeito da inclusão de grão de soja moído e nível alto ou baixo de amido na qualidade da carne de tourinhos Nelore confinados (n=28, peso inicial = 395 ± 32 kg). Após o abate o músculo *Longissimus* foi coletado para determinar a qualidade da carne. Não houve influência ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o pH, cor da carne, capacidade de retenção de água, perdas por cocção e porcentagem de gordura na carne. Houve uma diminuição da força de cisalhamento na carne dos animais que receberam baixo amido ($P=0,0037$). Na dieta que continha alto amido houve um aumento da concentração de ácidos graxos insaturados ($P=0,0032$) e ácidos graxos monoinsaturados ($P=0,0333$) na carne dos animais. Ocorreu um aumento da concentração de ácidos graxos polinsaturados na carne de animais que receberam dieta com grão de soja ($P=0,0149$). A relação de ácidos graxos insaturados sobre os ácidos saturados foi maior para os animais que receberam alto amido ($P=0,0198$). Dietas contendo alto amido, com 25% de inclusão, promovem um melhor perfil de ácidos graxos na carne de tourinhos Nelore, pela diminuição de ácidos graxos saturados e aumento de ácidos graxos insaturados ou a inclusão de aproximadamente 25% de grão de soja nas dietas, aumentam a quantidade de ácidos graxos polinsaturados na carne.

Palavras-chave: *Bos Indicus*, composição de ácidos graxos, lipídio, maciez, milho.

1. Introdução

A modificação do perfil de ácidos graxos da carne para obter uma menor proporção de ácidos graxos saturados é uma forma importante para a produção de uma carne mais saudável para o consumidor (Aldai et al., 2006; Ladeira et al., 2014) principalmente pela redução concomitante de ácidos graxos saturados e aumento de polinsaturados para evitar problemas de saúde (Wood et al., 2003; Sierra et al., 2008). De acordo com a literatura, esta alteração pode ser alcançada através do uso de fontes lipídicas na dieta (Daley et al., 2010).

O nível de gordura intramuscular e a composição de ácidos graxos, juntamente com o valor biológico da proteína e vitaminas, são fatores fundamentais que contribuem para o valor nutricional (Wyness, 2013) e a inclusão de grão de soja, na alimentação do gado, pode aumentar o consumo de ácidos graxos desejáveis, como os polinsaturados, provocando assim alteração de perfis de ácidos graxos na carne bovina (Oliveira et al., 2011).

A composição em ácidos graxos dos alimentos é de grande importância, principalmente os polinsaturados das famílias ômega-3 e ômega-6, aos quais se atribuem numerosos benefícios ao organismo humano (Lira et al., 2004). Ambos os tipos podem ser encontrados na carne bovina (Scollan et al., 2006). Além disso, a carne bovina é fonte de ácido linoleico conjugado (CLA), um isômero cis-9 trans-11, o qual foi identificado por conter um gama de propriedades benéficas a saúde (Salter, 2013).

Portanto, a hipótese do presente estudo é que a manutenção de baixos valores de pH no rúmen através da utilização de dietas com alto amido, pode se constituir em uma estratégia para a proteção de fontes suplementares de lipídios insaturados provindas do grão de soja moído, contra a biohidrogenação, possibilitando que mais ácidos graxos insaturados cheguem ao intestino, onde poderão então ser absorvidos e incorporados à gordura da carne. E diante disso, propôs-se avaliar a qualidade de carne de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo dietas com grão de soja moído e níveis de amido.

2. Material e Métodos

Os procedimentos utilizados neste experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética, Bioética e Bem-Estar Animal Comitê (CEBEA - Comissão de Ética e Bem Estar Animal) do campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP-Jaboticabal (número de protocolo 021119/11).

O experimento foi conduzido nas instalações do Confinamento Experimental no Setor de Digestibilidade pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista em Jaboticabal, São Paulo.

2.1. Histórico dos animais

Os animais utilizados no presente estudo foram provenientes de uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, recebendo suplementos (0,5% do peso corporal) que consistiam em alto ou baixo amido, com ou sem grão de soja como estratégia para a terminação nas secas. Os suplementos foram formulados com milho, associado ou não com grão de soja e casca de soja, associada ou não com grão de soja, todos contendo 28% glicerina bruta na matéria seca.

2.2. Animais experimentais

Foram utilizados 28 tourinhos, não castrados, da raça Nelore com peso corporal médio inicial de 395 ± 32 kg e idade média de 20 ± 3 meses, pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas e então adaptados à dieta experimental (respeitando o mesmo tratamento que receberam no pasto) e às instalações do confinamento por 21 dias.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 21 m^2 (7x3 m), contendo cocho de madeira e bebedouro e foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2x2 (alto ou baixo amido; com ou sem grão de soja moído), totalizando quatro tratamentos com sete repetições por tratamento.

Após 140 dias de alimentação (adaptação + período experimental) os animais foram abatidos em frigorífico comercial sob inspeção federal de acordo com as normas de bem estar animal (Brasil, 1997) com média de 590 ± 34 kg.

2.3. Dietas

As dietas fornecidas foram elaboradas para serem isonitrogenadas, e formuladas para proporcionar um consumo de matéria seca de 2,20% do peso corporal e ganho médio de 1,30kg/dia, de acordo com Valadares Filho et al. (2010) e oferecidas uma vez ao dia às 8h00. A quantidade de alimento oferecida foi ajustada diariamente, a partir do consumo observado no dia anterior mantendo as sobras em torno de 10% do fornecido, caracterizando consumo *ad libitum*.

As dietas consistiam de nível de amido, alto amido (AA) ou baixo amido (BA) com grão de soja (CGS) ou sem grão de soja (SGS). No AA o ingrediente principal

foi o milho, e no BA foi a casca de soja. O grão de soja moído foi adicionado como fonte lipídica. O volumoso utilizado foi a silagem de milho e a relação volumoso : concentrado nas dietas experimentais foi de 40:60. Todas as dietas continham 10% de glicerina bruta na matéria seca, e este subproduto foi utilizado em todas as dietas substituindo o milho ou a casca de soja. A glicerina é um subproduto da indústria do biodiesel e pode ser usada na dieta de ruminantes sem comprometer o consumo e o desempenho (Drouillard, 2012; Parsons et al., 2009). A proporção dos ingredientes e a composição de ácidos graxos da dieta encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes em porcentagem da matéria seca e composição de ácidos graxos das dietas.

	Alto amido		Baixo amido	
	CGS	SGS	CGS	SGS
<i>Proporção de ingredientes, %</i>				
Silagem de milho	40,00	40,00	40,00	40,00
Milho	24,09	30,34	0,00	0,00
Farelo de soja	0,00	17,61	0,00	15,68
Casca de soja	0,00	0,00	20,68	23,86
Grão de soja	23,86	0,00	27,27	0,00
Glicerina bruta	10,00	10,00	10,00	10,00
Suplemento mineral ¹	2,05	2,05	2,05	2,05
<i>Ácidos graxos, %</i>				
C12:0 - Laurico	0,15	0,15	0,15	0,15
C14:0 - Mirístico	0,13	0,13	0,13	0,13
C16:0 - Palmítico	15,73	16,78	17,19	17,95
C16:1 - Palmitoleico	0,11	0,11	0,11	0,11
C18:0 - Estearico	3,19	2,71	3,67	4,20
C18:1n7c - Oleico	27,47	30,66	28,42	28,65
C18:2n6c - Linoleico	44,41	42,31	41,84	40,01
C18:3n3 - Linolenico	5,09	3,99	4,76	4,91
Ácidos graxos saturados	19,2	19,77	21,14	22,43
Ácidos graxos insaturados	77,08	77,07	75,13	73,68
Não identificados	3,73	3,17	3,72	3,90

¹Composição do produto: Cálcio 120g; Fósforo 30g; Enxofre 25g; Sódio 80g; Cobre 330mg; Manganês 950mg; Zinco 1220mg; Iodo 24mg; Cobalto 20mg; Selênio 6mg; Flúor (máx) 300mg. (CGS): com adição de grão de soja moído; (SGS): sem adição de grão de soja moído.

2.4. Avaliação da carne

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças e em seguida, resfriadas em câmara fria a 0°C por 24 horas. Foi feito um corte na carcaça

esquerda entre a 12^a e 13^a costelas, e amostras do músculo *Longissimus*, foram retiradas e embaladas em filme plástico, sendo imediatamente congeladas a -20°C para determinações do pH, capacidade de retenção de água, perdas por cocção, força de cisalhamento, gordura intramuscular, e perfil de ácidos graxos. O pH foi medido (triplicata) com peagômetro digital Testo 205, acoplado a um eletrodo de penetração na amostra de carne.

Foi calculada a perda por cocção, os bifes foram assados em forno elétrico industrial à temperatura 175°C até atingir 71°C no seu centro geométrico (Abularach, Rocha & Felicio, 1998). Os pesos das amostras de carne antes e depois da cocção foram utilizados para os cálculos das perdas totais em porcentagem.

A determinação da maciez da carne foi realizada segundo as recomendações de Wheeler et al. (2001), utilizando-se amostras do músculo *Longissimus*, coletadas durante o processamento das carcaças e ainda congeladas foram seccionadas, com o auxílio de serra frigorífica e de uma régua, em bifes com 2,54cm de espessura. Na sequência, foram retirados das amostras, com auxílio de um vazador, oito cilindros de 1,27 cm de diâmetro de forma paralela a orientação das fibras musculares. A força de cisalhamento foi determinada em aparelho Texture Analyser (Brookfield, modelo CT3 10K), acoplado à lâmina Warner-Bratzler Shear Force de 1,016 mm de espessura, sendo os valores expressos em kgf.

Para análise de perfil de ácidos graxos foi utilizada uma amostra de 2,5g do centro do músculo *Longissimus* e os ácidos graxos da carne foram extraídos utilizando o método de Folch et al. (1957) e os ésteres metílicos foram metilados de acordo com Kramer et al. (1997). O perfil de ácidos graxos na carne foi realizada no Laboratório de Ciência de Carne (LCC) no Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ / USP.

Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (CG-2010 Plus - Shimadzu, auto injetor AOC 20i), utilizando coluna capilar SP-2560 (100 m × 0,25 mm de diâmetro com 0,02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA). A temperatura inicial foi de 70°C, com aquecimento progressivo (13°C/minuto) até chegar a 175°C, mantendo por 27 minutos. Em seguida, um novo aumento de 4°C/minuto foi iniciado até 215°C, mantendo durante 31 minutos. O Hidrogênio (H₂) foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 40 cm³/s. Durante o processo de

identificação foram utilizados os seguintes padrões: standard C4-C24 de ácidos graxos (F.A.M.E mix Sigma®), C8-C28 (F.A.M.E mix Sigma®), ácido vacênico C18:1 trans-11 (V038-1G, Sigma®), C18 CLA:2 trans-10, cis-12 (UC-61M 100mg), CLA e C18:2 cis-9, trans-11 (UC- 60M 100mg), (Sigma®) e ácido tricosanóico (Sigma®). Os ácidos graxos foram quantificados através da normalização da área sob a curva de ésteres metílicos utilizando o Software GS Solution 2.42. O conteúdo de ácidos graxos foram expressos em porcentagem do total de ácidos graxos metil éster quantificados.

Foram calculados os índices de atividade das enzimas elongase e Δ^9 -dessaturase nos ácidos graxos com 16 e 18 carbonos, que são responsáveis pela conversão dos ácidos graxos saturados com 16 e 18 átomos de carbono, em seus correspondentes monoinsaturados com dupla ligação no carbono 9 conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997). O índice de aterogenicidade foi calculado conforme a proposta de Ulbricht e Southgate (1991), como indicador para o risco de doença cardiovascular. Os cálculos foram feitos da seguinte forma:

Δ^9 - Dessaturase (16) – índice de atividade da enzima dessaturase C16 = $100(16:1/16:0+16:1)$; Δ^9 - Dessaturase (18) – índice de atividade da enzima dessaturase C18 = $100(18:1/18:0+18:1)$; Elongase = $100[(C18:0 + C18:1 \text{ cis-9})/(C16:0 + C16:1 \text{ cis-9} + C18:0 + C18:1 \text{ cis-9})]$;

Índice de aterogenicidade = $[C12:0 + 4 (14:0) + C16:0]/(\Sigma\text{AGS} + \Sigma\text{API})$.

A capacidade de retenção de água foi obtida por diferença entre os pesos de uma amostra de carne, de aproximadamente 2g, antes e depois de ser submetida à pressão de 10 kg, durante 5 minutos (Hamm, 1986). Foi determinada a cor da carne e da gordura utilizando-se um colorímetro colorímetro Minolta CR-400 (iluminante D65), calibrado para um padrão branco, o qual determinou as coordenadas L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo). Trinta minutos antes da realização das medidas em pontos diferentes da carne, foi realizado um corte transversal ao músculo para exposição da mioglobina ao oxigênio (Abularach, Rocha & Felicio, 1998). Amostras do músculo foram liofilizadas e posteriormente analisados os teores de extrato etéreo (método 960.39; AOAC, 1990).

2.5. Análise estatística

O delineamento experimental foi o Inteiramente Casualizado em fatorial 2x2 (2 níveis de cada fator) e os dados foram analisados por meio do procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC). O modelo incluiu os efeitos fixos de níveis de amido, inclusão da fonte lipídica e da interação dos níveis de amido e fonte lipídica:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + O_k + (S_i \times O_k) + e_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = observação do animal j sujeito ao amido em uma inclusão de grão de soja k ; μ = média geral; S_i = efeito do amido $i = 1$ e 2 ; O_k = efeito da inclusão de grão de soja $k = 1$ e 2 ; $S_i \times O_k$ = interação entre amido e inclusão de grão de soja k ; e_{ijk} = erro experimental residual.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. Resultados

Não houve influência dos tratamentos sobre o pH e características da cor da carne ($P=0,0691$). A cor amarela da gordura (b^*) foi menor na carne dos animais que receberam CGS ($P=0,0002$; Tabela 2).

Tabela 2. pH e características da cor e da gordura do músculo *Longissimus* de tourinhos terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Item ¹	Grão de soja		Amido		EPM ²	P-valor ³		
	Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
pH	5,6	5,6	5,5	5,6	0,20	0,6545	0,2104	0,0691
<i>Cor, carne</i>								
L*	35,1	34,8	34,4	35,5	3,00	0,7976	0,3757	0,3060
a*	16,6	16,8	16,7	16,7	0,71	0,4065	0,9792	0,8919
b*	4,0	4,1	3,9	4,1	0,45	0,8853	0,4340	0,9507
<i>Cor, gordura</i>								
L*	78,5	77,5	77,9	78,1	1,99	0,2281	0,8079	0,5133
a*	3,9	4,4	3,8	4,5	1,39	0,4461	0,2455	0,5954
b*	10,1 ^b	11,8 ^a	10,9	11,0	1,04	0,0002	0,8877	0,3200

¹L* - Luminosidade; a* - intensidade da cor vermelha; b* - intensidade da cor amarela; ²Erro padrão da média; ³GS = Efeito do grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os tratamentos não alteraram a capacidade de retenção de água ($P=0,6521$), perdas por cocção ($P=0,3433$) e porcentagem de gordura na carne ($P=0,6954$).

Houve uma redução na força de cisalhamento na carne dos animais que receberam BA ($P=0,0037$) (Tabela 3).

Tabela 3. Capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e porcentagem de gordura do músculo *Longissimus* de tourinhos terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Item	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
	Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
CRA, %	69,1	68,9	69,7	68,2	4,17	0,9127	0,3540	0,6521
PPC, %	36,9	38,3	37,9	37,3	5,51	0,4874	0,7585	0,3433
FC, kgf	4,11	4,69	4,93 ^a	3,87 ^b	0,87	0,0937	0,0037	0,7638
Gordura, %	5,06	5,42	5,25	5,24	2,17	0,6641	0,9835	0,6954

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito do grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Houve uma redução do ácido palmítico na carne dos animais que receberam AA ($P=0,0106$) e um aumento da concentração de ácido esteárico na carne dos animais que receberam CGS ($P=0,0064$). Não houve influência dos tratamentos para os demais ácidos graxos saturados ($P>0,05$). Nos ácidos graxos monoinsaturados ocorreu uma diminuição do ácido pentadecanóico cis na carne dos animais que receberam CGS ($P=0,0006$) e um aumento deste ácido para os que receberam AA ($P=0,0117$). A dieta CGS aumentou a concentração de ácido palmitoleico na carne ($P=0,0057$). Houve um aumento da concentração de ácido oleico na carne dos animais que receberam dieta SGS ($P=0,0365$) e uma diminuição nos que receberam BA ($P=0,0310$) (Tabela 4).

Na concentração de ácidos graxos polinsaturados houve um aumento do ácido linoleico na carne para dos animais que receberam CGS ($P=0,0010$) e um aumento da concentração de ácido linolênico nos que receberam BA ($P=0,0099$) (Tabela 5).

Animais que receberam BA apresentaram um aumento de ácidos graxos saturados na carne ($P=0,0351$). AA promoveu um aumento da concentração de

ácidos graxos insaturados ($P=0,0032$) e ácidos graxos monoinsaturados na carne ($P=0,0333$). Houve redução de ácidos graxos monoinsaturados na carne de animais que receberam CGS ($P=0,0097$). Ocorreu um aumento da concentração de ácidos graxos polinsaturados na carne dos animais que receberam CGS ($P=0,0149$). A relação de ácidos graxos insaturados sobre os ácidos saturados foi maior na carne de animais tratados com AA ($P=0,0198$). A concentração de ácidos graxos tipo ômega 6 foi maior na carne dos animais que receberam CGS ($P=0,0150$) e a relação de ácidos graxos tipo ômega 6 sobre ácidos ômega 3 foi menor nos receberam SGS ($P=0,0001$) (Tabela 5).

Tabela 4. Porcentagem do perfil de ácidos graxos saturados e monoinsaturados do músculo *Longissimus* de tourinhos terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Ácido graxo	Número lipídico	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
		Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
<i>Saturados</i>									
Mirístico	C14:0	2,56	2,58	2,44	2,70	0,39	0,8579	0,1048	0,6183
Pentadecanoico	C15:0	1,76	1,99	1,98	1,77	0,59	0,3141	0,3569	0,2493
Palmitico	C16:0	22,9	23,3	22,5 ^b	23,7 ^a	1,20	0,4493	0,0106	0,1296
Heptadecanoico	C17:0	2,04	1,63	1,93	1,74	0,52	0,0487	0,3437	0,2185
Estearico	C18:0	13,5 ^a	12,0 ^b	12,3	13,1	1,33	0,0064	0,0976	0,3744
Behenico	C22:0	0,07	0,13	0,14	0,07	0,09	0,0684	0,0488	0,4956
Lignocerico	C24:0	0,21	0,24	0,24	0,21	0,12	0,4110	0,4461	0,2628
<i>Monoinsaturados</i>									
Miristoleico	C14:1	0,70	0,77	0,75	0,71	0,17	0,3255	0,5666	0,4121
Pentadecanoico cis	C15:1 cis10	0,06 ^b	0,15 ^a	0,13 ^a	0,08 ^b	0,05	0,0006	0,0117	0,8643
Palmitoleico	C16:1	2,62 ^b	3,04 ^a	2,92	2,74	0,36	0,0057	0,2203	0,3173
Heptadecanoico cis	C17:1 cis10	0,91 ^b	1,17 ^a	1,09	0,99	0,16	0,0003	0,1249	0,3803
Elaidico	C18:1 n9 trans	0,80	0,71	0,61 ^b	0,89 ^a	0,22	0,2831	0,0037	0,7751
Oleico	C18:1 n9 cis	36,2 ^b	38,5 ^a	38,5 ^a	36,1 ^b	2,75	0,0365	0,0310	0,0505
Nervonico	C24:1	0,22	0,21	0,19	0,18	0,08	0,7807	0,7807	0,3220

¹Erro padrão da média; ²GS = Efeito do grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido. Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Porcentagem do perfil de ácidos graxos polinsaturados no músculo *Longissimus* de tourinhos terminados em confinamento recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Ácido graxo	Número lipídico	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
		Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
<i>Polinsaturados</i>									
Linolelaídico	C18:2 n6 trans	0,09	0,12	0,14	0,08	0,15	0,5534	0,2965	0,9323
Linoleico	C18:2 n6 cis	7,39 ^a	5,43 ^b	6,07	6,74	1,38	0,0010	0,2169	0,1781
Linolênico	C18:3 n3	0,44	0,41	0,38 ^b	0,47 ^a	0,07	0,4277	0,0099	0,3762
CLA ³	C18:2 cis9 trans11	0,42	0,35	0,37	0,40	0,19	0,3325	0,7016	0,5160
Eicosatrienoico	C20:3 n6 cis8, 11, 14	0,44	0,39	0,42	0,40	0,17	0,4129	0,8005	0,1647
Araquidônico	C20:4 n6	1,85	1,63	1,82	1,66	0,68	0,3887	0,5494	0,1020
Docosahexaenoico	C22:6 n3 cis4,7,10,13,16,19	0,54	0,59	0,60	0,54	0,23	0,6335	0,5034	0,2284
AGS ⁴		43,12	41,92	41,58 ^b	43,46 ^a	2,23	0,1693	0,0351	0,7249
AGI ⁵		52,6	53,4	54,0 ^a	52,0 ^b	1,59	0,1932	0,0032	0,5756
Não identificados		4,20	4,59	4,35	4,44	0,90	0,2679	0,7887	0,9048
AGMI ⁶		41,5 ^b	44,2 ^a	44,2 ^a	41,4 ^b	2,88	0,0097	0,0333	0,4470
AGPI ⁷		11,1 ^a	8,9 ^b	9,8	10,2	2,27	0,0149	0,5829	0,3182
AGI/AGS		1,23	1,28	1,30 ^a	1,21 ^b	0,10	0,1626	0,0198	0,7037
n6 ⁸		9,7 ^a	7,5 ^b	8,4	8,8	2,09	0,0150	0,6526	0,6114
n3 ⁹		0,98	1,00	0,98	1,00	0,30	0,8689	0,8291	0,6935
n6/n3		10,0 ^a	7,76 ^b	8,85	8,92	1,12	0,0001	0,8996	0,7002

¹ Erro padrão da média;

² GS = Efeito do grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido.

³ CLA = Ácido Linoleico Conjugado;

⁴ AGS = ácidos graxos saturados (C14:0; C15:0; C16:0; C17:0; C18:0; C22:0; C24:0);

⁵ AGMI = ácidos graxos monoinsaturados (C14:1; C15:1cis10; C16:1; C17:1cis10; C18:1n9trans; C18:1n9cis; C24:1);

⁶ AGPI = ácidos graxos poli-insaturados (C18:2n6trans; C18:2n6cis; C18:3n3; C18:2cis9trans11; C20:3n6cis8,11,14; C20:4n6; C22:6n3cis4,7,10,13,16,19);

⁷ AGI = ácidos graxos insaturados (AGMI + AGPI);

⁸ n6 = ácidos graxos ômega 6 (C18:2n6trans; C18:2n6cis; C20:3n6cis8,11,14; C20:4n6);

⁹ n3 = ácidos graxos ômega 3 (C18:3n3; C22:6n3cis4,7,10,13,16,19)

^{a,b}Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A ação da Δ^9 dessaturase C16 e Δ^9 dessaturase C18 foi maior na carne dos animais que receberam SGS ($P=0,0067$; $P=0,0029$) e menor para os que receberam BA ($P=0,0156$; $P=0,0200$). A ação da elongase foi maior na carne dos animais que receberam AA ($P=0,0227$). Houve menor índice de aterogenicidade na carne de animais que receberam CGS ($P=0,0420$).

Tabela 6. Índice de enzimas envolvidas no metabolismo dos ácidos graxos e índice de aterogenicidade no músculo Longissimus de tourinhos Nelore confinados recebendo grão de soja moído e níveis de amido.

Item	Grão de soja		Amido		EPM ¹	P-valor ²		
	Com	Sem	Alto	Baixo		GS	A	GSxA
Δ^9 C16 ³	10,25 ^b	11,54 ^a	11,46 ^a	10,33 ^b	1,14	0,0067	0,0156	0,6707
Δ^9 C18 ⁴	72,74 ^b	76,19 ^a	75,76 ^a	73,16 ^b	2,75	0,0029	0,0200	0,0812
Elongase	66,00	65,69	66,65 ^a	65,05 ^b	1,73	0,6446	0,0227	0,9888
Aterogenicidade ⁵	0,61 ^b	0,67 ^a	0,63	0,65	0,06	0,0420	0,4890	0,8027

¹Erro padrão da média;

²GS = Efeito do grão de soja, A = efeito de amido, GSxA = efeito de interação grão de soja e amido.

³ Δ^9 C16: Índice Δ^9 dessaturase no carbono 16 = $100 * (C16:1n-9 / (C16:0 + C16:1n-9))$;

⁴ Δ^9 C18: Índice Δ^9 dessaturase no carbono 18 = $100 * (C18:1n-9 / (C18:0 + C18:1n-9))$;

⁵Índice de aterogenicidade = $[C12:0 + 4(C14:0) + C16:0] / (\Sigma AGS + \Sigma AGPI)$;

^{a,b} Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

4. Discussão

O valor médio de pH encontrado (5,6) está na faixa do ideal recomendado para a carne bovina, sendo que valores fora dessa faixa podem ser atribuídos a fatores estressores durante o manuseio, tais como transporte, fome, longo tempo pré-abate e comportamento sexual de machos não castrados (Felício, 1997). O pH final carcaça é uma característica importante a ser avaliada, pois é responsável por mudanças na qualidade de carne, como a cor (Jeremiah et al., 1991; Wulf et al., 1997).

A duração do período de alimentação do animal afeta a cor da gordura (Moloney et al., 2008) e pastagens frescas ou forragens conservadas contêm compostos químicos chamados carotenóides que provocam o desenvolvimento da cor amarela na gordura de bovinos quando essas forrageiras são consumidas regularmente (Dunne et al., 2009). No entanto no presente estudo a cor amarela da

gordura nos animais que receberam tratamento SGS (11,85) deve-se ao fato desta dieta possuir maior quantidade de milho, o qual disponibilizou mais carotenoides para esta respectiva cor e não os carotenoides da silagem de milho, pois esta foi fornecida na mesma quantidade para todos os animais (40%).

Neste estudo não foram verificadas alterações significativas dos tratamentos sobre a CRA da carne, já que a alteração da mesma é dependente das variações do pH, e a CRA torna-se menor em valores de pH inferiores a 5,2 (Roça, 2000) e os valores apresentados estão acima deste valor. Alterações na CRA e na porcentagem de gordura da carne podem influenciar nas perdas por cocção (PPC) (Price & Schweigert, 1994), contudo não houve alteração daquelas duas características, assim as PPC consequentemente não foram alteradas.

No presente trabalho houve diminuição da força de cisalhamento (FC) na carne de animais alimentados com BA (3,87 kgf), no entanto não houve alterações na capacidade de retenção de água. Supõe-se que esta redução possa ter sido causada pelo menor diâmetro da fibra muscular ou que o sarcômero apresentou-se mais estendido.

A carne é considerada muito macia quando a FC é inferior a 3,2kgf; macia quando varia entre 3,2 e 3,9kgf; intermediária quando varia entre 3,9 e 4,6kgf e, dura quando a FC é superior a 4,6kgf (Belew et al., 2003), assim, a carne dos animais que receberam CGS ou BA pode ser classificada como intermediária, e a carne dos animais que SGS ou AA pode ser classificada como dura.

Uma importante característica de qualidade associada ao rendimento de carne no momento do consumo que pode certamente interferir na maciez da carne são as perdas por cocção que correspondem à perda de água mais uma porção menor de gordura fundida, componentes nitrogenados e minerais (Lawrie, 1981), esta por sua vez pode ser influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne (Pardi et al., 1993). As PPC não se alteraram com os tratamentos e consequentemente não influenciaram na maciez da carne.

Foi observada uma redução do ácido palmítico na carne dos animais que receberam dietas AA e foi devido estas dietas conterem uma menor porcentagem deste ácido, e a maior porcentagem de ácido esteárico na carne dos animais

alimentados CGS deve-se ao fato desta dieta conter maior porcentagem de ácido linoleico, precursor do ácido esteárico via biohidrogenação.

O aumento na concentração de ácido esteárico quando a CGS foi fornecida, também pode ser explicado pela maior exposição dos AGI durante biohidrogenação ruminal. Na dieta de ruminantes sem adição de lipídios, o maior composto é o ácido linoleico e o ácido esteárico representa apenas cerca de 2%. No entanto, o ácido esteárico é uma grande fração dos ácidos graxos que chegam ao intestino delgado, enquanto que o linoleico é uma pequena porção, pouco mais de 10% (Duckett & Andrade, 2000; Ladeira et al., 2014).

Os ácidos graxos saturados predominantes na carne bovina são os C14:0 (mirístico), C16:0 (palmítico) e C18:0 (esteárico), sendo que o C18:0 representa aproximadamente 30% do total de ácidos graxos saturados (Scollan et al., 2006) e dentre estes o mirístico e palmítico são os considerados hipercolesterolêmicos pois diminuem a atividade dos receptores hepáticos do colesterol reduzindo a sua remoção e metabolização (Wood et al., 2003). O aumento nos teores de ácidos graxos saturados não é desejado, pois tende a elevar tanto as lipoproteínas de baixa (LDL) quanto as de alta (HDL) densidade. O ácido mirístico (C14:0) é hipercolesterolêmico, o palmítico (C16:0) tem ação hipercolesterolêmica menor e o ácido esteárico (C18:0), de grande participação na carne, tem efeito neutro (Hautrive et al., 2012). Segundo Oliveira et al. (2011) a concentração de C14: 0 tem um potencial de 4 vezes maior para aumentar a concentração plasmática de colesterol do que o C16:0.

A menor porcentagem de ácido pentadecanóico cis observada na carne dos animais que receberam CGS ou os que receberam BA é devido a uma menor quantidade de milho na dieta, possivelmente gerando uma menor quantidade de propionato, precursor deste ácido. Mansbridge & Blake (1997) relataram que o pentadecanóico (C15:0) e o heptadecanóico (C17:0) são provenientes da síntese de novo pelas bactérias ruminais, a partir do propionato (C3:0) e posteriormente incorporados nos lipídios microbianos. Os lipídios originários dos microrganismos podem representar 10 a 15% do total que chega ao intestino delgado.

O ácido oleico atua positivamente na redução da concentração do LDL-colesterol e na elevação do HDL-colesterol no sangue (Mir et al., 2003). Assim, a

produção de carne rica em ácido oleico pode ser benéfica à saúde humana. Pesquisas *in vitro* demonstraram que o ácido oleico pode ser isomerizado a vários isômeros trans C18:1, inclusive o ácido vacênico, precursor do ácido linoleico conjugado (CLA) (Dannenberger et al., 2004). Dietas que provocam um pH baixo no rúmen, como por exemplo com alto amido, tem o potencial de reduzir a lipólise (Van Nevel & Demeyer, 1996) e biohidrogenação (Sackmann et al., 2003), além de mudanças nas populações bacterianas ruminais (Klieve et al., 2003).

No presente estudo, dietas contendo AA promoveram maior deposição dos ácidos pentadecanóico cis e oleico na carne dos animais que receberam este tratamento, e que possivelmente houve uma maior passagem destes ácidos em virtude do pH reduzido, diminuindo a lipólise e biohidrogenação. Além disso, as dietas com AA possuíam maior concentração de ácido oleico em sua composição e ocasionaram maior relação AGI/AGS.

Mudanças nas vias de biohidrogenação dos AGPI que conduzam ao acúmulo de C18:1 trans10 em vez de ácido vacênico, são geralmente provocadas quando a alimentação possui fontes de ácido linoleico (Aldai et al., 2008), como é caso da dieta CGS. Sabe-se que o CLA é produzido no rúmen durante a biohidrogenação ruminal do ácido linoleico (C18:2 n-6) e nos tecidos através da desaturação do ácido vacênico (C18:1 trans-11) através da ação da enzima $\Delta 9$ -desaturase (Griinari et al., 2000; Hayashi et al., 2007). No entanto, no presente trabalho, a maior porcentagem de ácido linoleico na dieta CGS não foi capaz de alterar os teores de CLA na carne dos animais, elevando somente a porcentagem de ácido linoleico. Os animais que receberam BA apresentaram uma menor porcentagem de ácido linolênico na carne, pois este ácido apresentava-se em menor concentração nesta dieta.

A relação ω -6: ω -3 é utilizada para classificar a qualidade nutricional das gorduras, dos óleos e das dietas. No presente trabalho as dietas SGS favoreceram a uma relação positiva de ω -6: ω -3 na carne dos animais, reduzindo a porcentagem de ácido linoleico. Visto que, dietas que contenham grão de soja proporcionam maior deposição de ácido linoleico na carne bovina (Fiorentini et al., 2012).

O aumento da relação ω -6: ω -3 é indesejável do ponto de vista de saúde humana, já que, apesar de ser um ácido graxo essencial, níveis elevados de ω -6 são responsáveis por desencadear uma série de disfunções fisiológicas, como a

formação de trombos, de ateromas e de desordens imunológicas (Haug et al., 2007). De acordo com as recomendações nutricionais publicadas pela Organização Mundial de Saúde (2003) as razões ômega-6/ômega-3 devem estar entre 4:1 e 5:1.

Existe uma correlação entre Δ^9 -dessaturase C16 e concentração de ácido palmitoleico e, uma correlação entre Δ^9 -dessaturase C18 e concentração de ácido oleico (Oliveira et al., 2011), portanto, houve maior concentração de ácido palmitoleico na carne dos animais do tratamento SGS e também maior concentração de oleico na carne dos animais deste mesmo tratamento.

O índice de aterogenicidade (IA) relaciona os ácidos pró e antiaterogênicos e indica o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, quanto menor o valor do IA, maior quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes na gordura e, conseqüentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (Ulbricht & Southgate, 1991). No presente estudo o tratamento CGS reduziu o IA, atribuído pela maior porcentagem de AGPI provinda deste tratamento, e os valores encontrados estão na faixa aceitável de cerca de 0,7 (Ulbricht & Southgate, 1991).

5. Conclusão

Dietas contendo alto amido, com 25% de inclusão, promovem um melhor perfil de ácidos graxos na carne de tourinhos Nelore, pela diminuição de ácidos graxos saturados e aumento de ácidos graxos insaturados ou a inclusão de aproximadamente 25% de grão de soja nas dietas, aumentam a quantidade de ácidos graxos polinsaturados na carne.

6. Referências Bibliográficas

Abularach, M.L., Rocha, C.E., & Felício, P.E. (1998). Características de qualidade do contra-filé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18, 205-210.

- Aldai, N., Murray, B. E., Oliván, M., Martínez, A., Troy, D. J., Osoro, K., & Nájera, A. I. (2006). The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Sci.*, 72, 486-495.
- Aldai, N., Dugan, M. E. R., Kramer, J. K. G., Mir, P.S., & McAllister, T. A. (2008). Nonionophore antibiotics do not affect the trans-18:1 and conjugated linoleic acid composition in beef adipose tissue. *J. Anim. Sci.*, 86, 3522–3532.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. (1990). Official methods of analysis. 12 ed. Washington: AOAC Research Institute. 1098p.
- Belew, J.B., Brooks, J.C., McKenna, D.R., & Savell, J.W. (2003) Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Sci*, 64, 507–512.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA. (1997). Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Brasília: RIISPOA, 241p.
- Daley, C. A., Abbott, A., Doyle, P. S., Nader, G. A., & Larson, S. (2010). A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition J.*, 9, 1-12.
- Dannenberger, D., Nuernberg, G., Scollan, N., Schabbel, W., Steinhart, H., Ender, K., & Nuernberg, K. (2004). Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids, conjugated linoleic and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 6607-6615.
- Drouillard, J.S. 2012. Utilization of crude glycerin in beef cattle. (2012). In: MAKKAR, H.P.S. (Ed.), *Biofuel co-products as livestock feed - Opportunities and challenges*. Roma: Food and agriculture organization of the United Nation, 155-161.
- Duckett, S. K., & Andrade, J. G. (2000). Influences of nutrition and management practices on intramuscular fat deposition and fatty acid profiles in beef. Plains Nutrition Council Spring Conference. Texas, *Proceedings...* Amarillo: A&M Research and Extension Center, 13-2.

- Dunne, P.G., Monahan, F.J., O'Mara, F. P., & Moloney, A. P. (2009). Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat Sci*, 81, 28–45.
- Felício, P.E. (1997). Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina. In FEALQ (Ed.) *Produção de Novilho de Corte*. Piracicaba: FEALQ, 79–97.
- Fiorentini, G., Berchielli, T.T., Santana, M.C.A., Dian, P.H.M., Reis, R.A., Sampaio, A.A.M., & Biehl, M. V. (2012). Qualitative characteristics of meat from confined crossbred heifers fed with lipid sources. *Sci. Agricola*, 69, 336-344.
- Folch, J., Lees, M., & Sloane-Stanley, G.H. (1957). A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497–509.
- Griinari, J.M., Corl, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V., & Bauman, D.E. (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. *J. Nutri.*, 130, 2285-2291.
- Hamm, R. (1986). Functional properties of the miofibrillar system and their measurement. In: BECHTEL, P.J. *Muscle as food*. Orlando: Academic Press, p.135-199.
- Hautrive, T.P., Marques, A.C., & Kubota, E.H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. (2012). *Alimentos e Nutrição*, 23, 327-334.
- Haug, A., Høstmark, A.T., & Harstad, O.M. (2007). Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Heal. and Dise.*, 6, 25.
- Hayashi, A.A, Medeiros, S.R., Carvalho, M.H., & Lanna, D.P.D. (2007). Conjugated linoleic acid (CLA) effects on pups growth, milk composition and lipogenic enzymes in lactating rats. *J. Dairy Res.*, 74, 160-166.
- Jeremiah, L.E., Tong, A.K.W., & Gibson, L.L. (1991). The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups. *Meat Sci*, 30, 97–114.

- Klieve, A. V., Hennessy, D., Ouwerkerk, D., Forster, R. J., Mackie, R. I., & Attwood, G. T. (2003). Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE 34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. *J. App. Microbi.*, 95, 621-630.
- Kramer, J.K.G., Fellner, V., & Dugan, M.E.R. (1997). Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. *Lipids*, 32, 1219–1228.
- Ladeira, M.M., Santarosa, L.C., Chizzotti, M.L., Ramos, E.M., Neto, O.M., Oliveira, D.M., Carvalho, J.R.R., Lopes, L.S., & Ribeiro, J.S. (2014). Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. *Meat Sci.*, 96, 597-605.
- Lawrie, R. *Developments in meat science*. (1981). London: Elsevier Applied Science, 342p.
- Lira, G.M., Mancini Filho, J., Sant'ana, L.S., Torres, R.P., Oliveira, A.C., Omena, C.M.B., & Silva Neta, M.L. (2004). Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, 40, 529-537.
- Malau-aduli, A.E.O., Siebert, B.D., Bottema, C.D.K., & Pitchford, W.S. (1997). A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Aust. J. Agri. Res.*, 48, 715-722.
- Mansbridge, R.J., & Blake, J.S. (1997). Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *Brit. J. Nutri.*, 78, 37-47.
- Mir, P.S., Ivan, M., He, M.L., Pink, B., Okine, E., Goonewardene, L., Mcallister, T.A., Weselake, R., & MIR, Z. (2003). Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: a review. *Canadian J. Ani. Sci.*, 83, 673-685.
- Moloney, A.P., Keane, M.G., Dunne, P.G., Mooney, M.T., & Troy, D.J. (2008). Effect of concentrate feeding pattern in a grass silage/concentrate beef finishing system on performance, selected carcass and meat quality characteristics. *Meat Sci.*, 79, 355–364.

- Oliveira, D.M., Ladeira, M.M., Chizzotti, M.L., Machado Neto, O.R., Ramos, E.M., Gonçalves, T.M., Bassi, M.S., Lanna, D.P.D., & Ribeiro, J.S. (2011). Fatty acid profile and quantitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. *J. Anim. Sci.*, 89, 2546–2555.
- OMS - Organização Mundial de Saúde. (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Report of a Joint OMS/FAO Expert Consultation. Geneva: OMS, 916.
- Pardi, M.C., Santos, I.F., Souza, E.R., & Pardi, H.S. (1993). *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 586p.
- Parsons, G.L., Shelor, M.K., & Drouillard, J. S. (2009). Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *J. Anim. Sci.*, 87, 653-657.
- Price, J.F., & Schweigert, B.S. (1994). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza: Acribia, 581.
- Roça, R.O. (2000). *Tecnologia da carne e produtos derivados*. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 202.
- Salter, A.M. (2013). Dietary fatty acids and cardiovascular disease. *Animal*, 7, 163–171.
- Sackmann, J. R., Duckett, S. K., Gillis, M. H., Realini, C. E., Parks, A. H., & Eggelston, R. B. (2003). Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.*, 81, 3174–3181.
- Scollan, N. D., Hocquette, J. F., Nuernberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I., & Moloney, A. (2006). Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci*, 74, 17–33.
- Sierra, V., Aldai, N., Castro, P., Osoro, K., Coto-Montes, A., & Oliván, M. (2008). Prediction of the fatty acid composition of beef by near infrared transmittance spectroscopy. *Meat Sci.*, 78, 248-255.
- Ulbricht, T. L. V., & Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985-992.

- Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L., & Paulino, P.V.R. (2010). *Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR corte*. UFV: Viçosa, 193p.
- Van Nevel, C. J., & Demeyer, D. I. (1996). Effect of pH on biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and their Ca-salts by rumenmicro-organisms in vitro. *Arch. Anim. Nutri.*, 49,151–157.
- Wheeler, T.L., Schackelford, S.D., & Koohmaraie, M. (2001). *Shear force procedures for meat tenderness measurement*. Clay Center: Roman L. Hruska U.S. MARC. USDA, 7p.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., & Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.*, 66, 21-32.
- Wulf, D.M., O'Connor, S.F., Tatum, J.D., & Smith, G.C. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *J. Ani. Sci.*, 75, 684–692.
- Wyness, L. Nutritional aspects of red meat in the diet. (2013). In: J.D.Wood, & C. Rowlings (Ed.). *Nutrition and climate change: Major issues confronting the meat industry*. Nottingham University Press, 1-22.

APÊNDICE

Implicações do uso de grão de soja moído e níveis de amido na dieta de bovinos de corte

Na produção de bovinos de corte a soja é tida como alimento essencial, pois além de ser fonte de proteína também é fonte de energia, proveniente do óleo. A utilização do grão de soja moído torna-se interessante neste aspecto, pois auxiliará no aporte de proteína e energia necessárias para um bom desempenho animal, além de propiciar diminuição na emissão de metano entérico o que resultará em um aumento da eficiência alimentar e ainda fornecer ácidos graxos insaturados que favoreça uma carne de melhor qualidade. A emissão de metano é um dos temas mais questionados por pesquisadores e o grão de soja moído torna-se uma ferramenta que vem a aperfeiçoar o sistema produtivo e ainda reduzir tais emissões provindas dos bovinos em confinamento.

O consumo de carne proveniente de ruminantes tem sido frequentemente criticado, pois o consumo de ácidos graxos saturados em excesso está associado a riscos da saúde humana. Os ácidos graxos saturados palmítico e mirístico, por exemplo, podem aumentar a síntese de colesterol e favorecer o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade, fato causador de doenças cardiovasculares.

A maior certeza, diante da questão da nutrição lipídica, sem dúvida, é o reconhecimento que ácidos graxos devem ser avaliados individualmente, pois nem todas as gorduras saturadas aumentam o colesterol; os ácidos graxos individualmente podem causar efeitos metabólicos marcantes e bastante distintos; alguns ácidos graxos, também presentes na carne, geram benefícios à saúde humana e podem ter o consumo atual abaixo do ideal, ainda que valores de exigências para todos eles ainda não estejam estabelecidos.

Atualmente, muito tem se falado sobre os benefícios das gorduras à saúde, como a ação dos ômega 3 e 6. A busca da relação ômega 6/ômega 3 ideal na nutrição humana é importante, mas é preciso ter em mente que apenas um valor que sirva para as várias situações fisiológicas e patológicas é improvável e, como

cada ácido graxo tem características nutricionais próprias, a consideração individual destes é necessária.

Outro ponto interessante na nutrição de bovinos é o fornecimento de dieta com alto amido podendo propiciar aumento no consumo de matéria seca, o que refletirá no desempenho animal e ainda auxilia no aumento de graxos insaturados na carne, além de reduzir os saturados. O amido é o principal polissacarídeo de reserva das plantas e que juntamente aos carboidratos estruturais, como as hemiceluloses e celulosas, representam o maior componente nas dietas de bovinos. Tendo uma alta taxa de digestão ruminal é uma das maiores fontes de energia usadas na alimentação de ruminantes, e a partir desta vantagem ocorre maior passagem de ácidos graxos insaturados para o intestino do animal.

Com a fermentação do amido há produção de propionato, ácido graxo volátil que contribui para a síntese de glicose no ruminante. O propionato pode passar pela síntese *de novo* pelas bactérias ruminais e gerar ácido pentadecanóico e heptadecanóico, e os isômeros cis destes ácidos fazem parte dos ácidos graxos monoinsaturados presentes na carne bovina.