UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JOSÉ LUIZ DOMINGUES

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO EM CONFINAMENTO,
DO METABOLISMO RUMINAL E DO PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS DA CARNE EM BOVINOS NELORE,
UTILIZANDO MILHO COM ALTO TEOR DE ÓLEO NAS
DIETAS DE TERMINAÇÃO

Pirassununga

2006

JOSÉ LUIZ DOMINGUES

Avaliação do desempenho em confinamento,
do metabolismo ruminal e do perfil de ácidos graxos
da carne em bovinos Nelore, utilizando milho com
alto teor de óleo nas dietas de terminação

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para a
obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Machado
Nogueira Filho

Pirassununga

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

D671a	Domingues, José Luiz Avaliação do desempenho em confinamento, do metabolismo ruminal e do perfil de ácidos graxos da carne em bovinos Nelore, utilizando milho com alto teor de óleo nas dietas de terminação / José Luiz Domingues – Pirassununga, 2006. 101 f. Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia. Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal. Orientador: Prof. Dr. José Carlos Machado Nogueira Filho. Unitermos: 1. Bovinos, nutrição 2. Milho, alto teor de óleo 3. Bovinos, composição corporal 3. Bovinos, nutrição 4. Carne, perfil de ácidos graxos I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

José Luiz Domingues

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

Aprovado em: ____ de dezembro de 2006.

Banca examinadora:

Prof. Dr.: _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Avelino e à minha mãe, Cecília,
que atravessaram um Oceano, andaram muitas
terras e construíram aqui o seu Lar, para que
seus sonhos e seus ideais pudessem florescer;

Aos meus filhos Luiza, Paula e Pedro, e à
minha esposa, Maria Antonia, que por seu
Amor e sua presença, me proporcionam a paz e
o calor da família a cada dia.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. José Carlos Machado Nogueira Filho, pela confiança, pela amizade sincera e pela presença e apoio em todas as horas.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Paulo Roberto Leme, pela presença marcante, pela orientação e pelo apoio na condução de todos os ensaios.

Aos Professores Evaldo Antonio Lencioni Titto, Albino Luchiari Filho e Catarina Abdalla Gomide, pela atenção e pelo apoio durante todo o curso.

Aos amigos Rodrigo da Costa Gomes e Amaury Camilo Valinote, pelo auxílio precioso na condução dos ensaios, pela orientação aos estagiários e pela sua amizade sincera e competência.

Aos estagiários Adriano e Daniel, pela força, juventude e seriedade.

Ao Fernando Schauch, pelo auxílio na coleta de material dos animais e pela fraternidade franca e espontânea.

Aos colegas de curso, Angélica, Saulo, Camila e Rodrigo pela presença e disponibilidade nos momentos importantes.

Aos técnicos de laboratório, auxiliares de campo e demais funcionários do Campus, sempre presentes com sua competência e disposição.

Às secretárias do Departamento de Zootecnia pela dedicação e atenção.

Ao Prof. Dr. Cláudio M. Haddad, pelo incentivo constante e amizade vital.

Aos Professores Aristeu Mendes Peixoto, Paulo Fernando Machado e Vidal Pedroso de Faria, pelo exemplo, profissionalismo e apoio na decisão de iniciar o curso de Doutorado.

Aos colegas e familiares que torceram pelas coisas em que acreditávamos.

Aos amigos de vida e meus irmãos por escolha, Bindi, Arbex e Arthur.

Sempre grato a todos.

Que Deus os abençoe.

EPÍGRAFE

Que a boa estrada esteja sempre presente para servir-te.
Que o vento esteja sempre a teu favor.
Que o Sol possa brilhar quente sobre a tua face
e que a chuva caia macia sobre os teus campos.
E até que possamos nos encontrar novamente,
Que Deus te proteja e te mantenha na palma de Sua mão.

Antiga Benção Celta.

Até cortar os próprios defeitos pode ser perigoso,
pois nunca se sabe qual é o defeito que sustenta o
nosso edifício inteiro.

Clarice Lispector.

A religião sempre nos diz o que devemos fazer,
mas nunca explica o porquê das coisas.

A Ciência sempre explica o porquê das coisas,
mas nunca nos diz o que fazer.

Agora, de domínio popular.

RESUMO

DOMINGUES, J. L. **Avaliação do desempenho em confinamento, do metabolismo ruminal e do perfil de ácidos graxos da carne em bovinos Nelore, utilizando milho com alto teor de óleo nas dietas de terminação.** 2006. 101 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Nas pesquisas com bovinos de corte, além do bom desempenho animal e da viabilidade econômica, busca-se agregar características qualitativas à carne produzida. O fornecimento de milho alto óleo a bovinos de corte em terminação aumenta o ganho de peso e a qualidade de carcaça, quando comparado ao milho comum. Buscou-se consolidar as informações quanto aos efeitos das dietas para novilhos Nelore em confinamento, sobre os parâmetros da produção animal, como ganho de peso, rendimento de carcaça, degradabilidade das dietas, efeitos sobre os protozoários ciliados e outras medidas ruminais, parâmetros físicos do *Longissimus dorsi*, composição centesimal da carcaça, composição do ganho e perfil de ácidos graxos nesse músculo. Foram utilizados 48 novilhos da raça Nelore, com peso vivo inicial médio de 435 kg, submetidos a um dos seis tratamentos, usando dois tipos de milho (comum e alto óleo) e três níveis de inclusão de milho no concentrado (25%, 40% e 55%). Os animais foram confinados por um período de 84 dias. Amostras do *Longissimus dorsi* foram coletadas para avaliação das características físicas da carne e análise do perfil de ácidos graxos na gordura intramuscular. Os tratamentos não influenciaram o ganho de peso, o consumo de alimentos, a conversão alimentar ou os parâmetros da carcaça. A qualidade física da carne também não foi influenciada pelos tratamentos. Para as dietas contendo milho alto óleo, houve alteração na população de protozoários no rúmen e na degradação da FDN. Dietas com milho alto óleo favoreceram o aumento no total dos ácidos graxos intermediários da biohidrogenação na gordura intramuscular. Houve diferenças significativas no ácido rumênico (CLA - C18:2_cis9_trans11), passando de 0,43% para 0,49%, representando um aumento médio de 12,7%, devido ao uso de dietas contendo milho alto óleo.

Palavras-chave: Ácido linolêico conjugado - CLA; Composição do ganho; Desempenho animal; Milho alto óleo; Perfil de ácidos graxos; Nutrição de ruminantes.

ABSTRACT

DOMINGUES, J. L. **Evaluation of feedlot performance, ruminal metabolism and fatty acids profile of Nellore cattle using high oil corn on finishing diets.** 2006. 101f. Thesis (Doctorate) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Beef cattle researchers, over than animal performance and economics are looking for nutritional characteristics of the products from ruminants. Inclusion of high oil corn (HOC) on diets increases weight gain and carcass quality compared to common corn grain. This study looks for data from animal performance on diets using high oil corn, evaluating live weight gain, carcass composition, diets digestibility, dry matter degradability, effects on ciliated protozoa number and quality, muscle quality characteristics, meat composition and fatty acids profile on intramuscular fat. Where used 48 Nellore steers, with initial average live weight of 435 kg in six treatments, using two corn grain varieties (common and high oil corn) and three levels of corn grain in concentrate diets (25%, 40% and 55%). Animals were in feedlot pens for 84 days, after an adaptation period to diets and installations. The *Longissimus dorsi* was used for evaluating meat characteristics and fatty acids profile on intramuscular fat. There was no effect of diets on daily gain, intake, conversion, or carcass parameters. Meat quality was not also affected by treatments. Diets with high oil corn altered protozoa population and ruminal degradation of NDF. The total biohidrogenated fatty acids in intramuscular fat were increased by treatment with high oil corn and also rumenic acid. Rumenic acid was the major conjugated linoleic acid (CLA) detected in this tissue, with concentrations increasing from 0,43% to 0,49%, representing an average increase of 12,7% caused for HOC diets.

Key-words: Animal performance; Conjugated linoleic acid (CLA); Fat acid profile; Gain composition; High oil corn; Ruminant nutrition; Rumenic acid.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição nutricional média do milho alto óleo e milho comum.....	08
Tabela 2.	Perfil de ácidos graxos médios (% peso) do milho normal, do milho alto óleo e do óleo de milho	09
Tabela 3.	Lista dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6	18
Tabela 4.	Formulação e composição das dietas experimentais	26
Tabela 5.	Médias das análises bromatológicas dos ingredientes e do milho	28
Tabela 6.	Análises bromatológicas iniciais das dietas experimentais	28
Tabela 7.	Resultados médios obtidos nas análises bromatológicas de amostras das dietas utilizadas nos tratamentos durante o confinamento	40
Tabela 8.	Resultados dos valores obtidos no ensaio de digestibilidade e valores estimados na formulação pelo RLM ®	41
Tabela 9.	Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), da fibra bruta (DFB), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), do extrativo não nitrogenado (DENN) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em porcentagem, nas dietas de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta ..	42
Tabela 10.	Médias das frações de degradabilidade da MS da silagem de milho usada em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	44
Tabela 11.	Médias das frações de degradabilidade da FDN e FDA da silagem de milho incubada em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	45
Tabela 12.	Médias dos valores de volume ruminal (VL), taxa de passagem líquida (TPL) e do fluxo de líquido por matéria seca ingerida por hora (<i>turnover</i>) em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	47
Tabela 13.	Equações de regressão e R ² para taxa de passagem líquida (TPL) e do fluxo de líquido por matéria seca ingerida por hora (<i>Turnover</i>) em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	49
Tabela 14.	Médias obtidas para peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca em quilos por dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMS, %PV) e em gramas por quilo de peso metabólico (CMS, g/kgPV ^{0,75}) e eficiência alimentar (EA) em novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	50

Tabela 15. Resultados dos valores estimados de energia metabolizável (EM) das dietas em Mcal/ kg MS e de ingestão de energia metabolizável (IEM) em Mcal/ dia	53
Tabela 16. Médias obtidas para peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça corrigido (PC cor), rendimento de carcaça quente (RCQ) e rendimento de carcaça quente corrigido (RC cor), de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	55
Tabela 17. Médias obtidas para área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura (EG) e pH e temperatura de carcaça a 1 hora (pH 1h e T°C 1h) e a 24 horas (pH 24h e T°C 24h) após o abate em novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	56
Tabela 18. Valores médios obtidos, em porcentagem, de composição em água, matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM), do corte (CCOST) entre a 9 ^a e a 11 ^a costelas de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	58
Tabela 19. Valor médio obtido para extrato etéreo (EE) do corte entre a 9 ^a e 11 ^a costelas e estimativa, em porcentagem, da composição em água, extrato etéreo (EE), proteína e matéria mineral (MM) do corpo vazio (CVz) de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	59
Tabela 20. Valores médios estimados (kg) de composição inicial e composição final do corpo vazio (CVz) de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	59
Tabela 21. Composição do ganho e taxa de deposição dos componentes químicos corporais de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	60
Tabela 22. Médias para as medidas de perda de peso ao cozimento (PAC), marmorização, força de cisalhamento, parâmetros de cor e brilho (L*, a*, b*), em novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	64
Tabela 23. Médias para as medidas de perda de peso ao cozimento (PAC), marmorização, força de cisalhamento, parâmetros de cor e brilho (L*, a*, b*), em novilhos Nelore confinados, em função dos níveis de inclusão de milho	65
Tabela 24. Médias dos valores obtidos para concentração de ácidos graxos, em porcentagem, na gordura do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	69

Tabela 25. Relações entre os ácidos graxos analisados na gordura do músculo L. dorsi de novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	72
Tabela 26. Valores e relações entre os ácidos rumênico e vacênico analisados na gordura do músculo L. dorsi de novilhos alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	73
Tabela 27. Valores de pH, gêneros e total de protozoários ciliados ($\times 10^4$ /mL) do rúmen de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta	76
Tabela 28. Médias dos níveis de nitrogênio uréico do sangue (NUS) em duas datas de coleta, em novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Biohidrogenação ruminal de ácidos graxos.....	14
Figura 2.	Gráficos dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), da fibra bruta (DFB) e do extrato etéreo (DEE), em porcentagem, nas dietas de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.....	43
Figura 3.	Gráficos dos valores de volume ruminal (VL), taxa de passagem líquida (TPL) e do fluxo de líquido por matéria seca ingerida por hora (“turnover”) em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.....	48
Figura 4.	Gráficos do ganho médio diário (GMD) em kg/dia, consumo de matéria seca (CMS) em kg/dia e de eficiência alimentar (EA) em novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.....	51
Figura 5.	Valores de ganho de peso (GP), em kg/dia, por períodos de 28 dias, dos animais Nelore durante o confinamento.....	54
Figura 6.	Gráficos da composição estimada do ganho (GPVz) de EE (%) e proteína (%) de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.....	62
Figura 7.	Gráficos dos valores para rendimento do ganho (GPVz, %) e energia retida (ER, Mcal/dia) de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.....	63
Figura 8.	Contagem ($n.^{\circ} \times 10^4$ / mL) dos gêneros de protozoários ciliados presentes no rumem de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS

AOL	- Área de olho de lombo	GP	- Ganho de peso
ALA	- Ácido alfa-linolênico	GPVz	- Ganho de peso vazio
CLA	- Ácido linolêico conjugado	LA	- Ácido linolêico
CMS	- Consumo de matéria seca	MAO	- Milho alto óleo
CVz	- Carcaça vazia	MC	- Milho comum
DE	- Degradação afetiva	MM	- Matéria mineral
DHA	- Ácido docosahexaenóico	MS	- Matéria seca
DIVMS	- Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	MST	- Matéria seca total
ED	- Energia digestível	NDT	- Nutrientes digestíveis totais
EE	- Extrato etéreo	NUP	- Nitrogênio uréico no plasma
EGS	- Espessura de gordura subcutânea	NUS	- Nitrogênio uréico no sangue
ELg	- Energia líquida de ganho	P	- Probabilidade do efeito de tratamento
ELm	- Energia líquida de manutenção	PAC	- Perdas totais ao cozimento
EM	- Energia metabolizável	PB	- Proteína bruta
ENN	- Extrativo não nitrogenado	PC	- Peso de carcaça
EPA	- Ácido eicosapentaenóico	PCVz	- Peso da carcaça vazia
ER	- Energia retida	PE	- Perda por exsudação
FB	- Fibra bruta	Per	- Período
FC	- Força de cisalhamento	PH1	- pH da carcaça a 1 hora após o abate
FDA	- Fibra em detergente ácido	PH24	- pH da carcaça a 24 horas após o abate
FDN	- Fibra em detergente neutro	PV	- Peso vivo
GC	- Gordura no corte	PVI	- Peso vivo inicial
GMD	- Ganho de peso médio diário	PVJ	- Peso vivo em jejum
		PVz	- Peso vazio

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Desempenho animal e rendimento de carcaça	4
2.2 Características físicas de qualidade da carne	10
2.3 Perfil de ácidos graxos na carne	14
2.4 Protozoários ciliados ruminais e pH	20
2.4.1 Protozoários ciliados ruminais	20
2.4.2 Medidas de pH	21
2.5 Níveis de uréia plasmática	22
2.6 Degradabilidade <i>in situ</i> e digestibilidade das dietas	23
3. OBJETIVOS	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Ensaio de confinamento	25
4.1.1 Animais e alimentação	25
4.1.2 Coleta de dados	27
4.1.3 Análises bromatológicas das dietas	27
4.2 Ensaio de estimativa da composição corporal	28
4.2.1 Análise química	28
4.2.2 Estimativa da % de água e extrato etéreo no corpo vazio (CVz)..	29
4.2.3 Cálculo das estimativas do ganho	30
4.2.4 Estimativas de uréia no sangue	30
4.3 Ensaio de qualidade da carne e perfil de ácidos graxos	31
4.3.1 Abate	31
4.3.2 Temperatura e pH	31
4.3.3 Área de olho de lombo e espessura de gordura	32
4.3.4 Características de cor, marmorização, perdas por cozimento e força de cisalhamento	32

4.3.5	Análise do perfil de ácidos graxos da carne	33
4.4	Ensaio de metabolismo ruminal e digestibilidade das dietas	34
4.4.1	Animais	34
4.4.2	Procedimentos	34
4.4.3	Degradabilidade ruminal <i>in situ</i>	35
4.4.4	Digestibilidade <i>in vitro</i>	36
4.4.5	Determinação da cinética ruminal	37
4.4.6	Protozoários ciliados ruminais	38
4.4.7	Medidas de pH ruminal	38
4.5	Análise estatística	39
4.5.1	Delineamento experimental do confinamento	39
4.5.2	Delineamento experimental do ensaio de digestibilidade	39
4.5.3	Desempenho animal e características de carcaça	39
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1	Análises bromatológicas das rações e dietas	40
5.2	Digestibilidade e Degradabilidade das dietas.....	41
5.3	Cinética ruminal	47
5.4	Desempenho animal e rendimento de carcaça.....	49
5.5	Composição corporal	57
5.6	Características físicas de qualidade da carne	64
5.7	Perfil de ácidos graxos da carne	67
5.8	Protozoários ciliados ruminais	75
5.9	Uréia plasmática	78
6.	CONCLUSÕES	80
7.	IMPLICAÇÕES	81
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

1. INTRODUÇÃO

Questões referentes à qualidade dos alimentos consumidos pelo homem sempre despertaram grande interesse da comunidade mundial, uma vez que qualidade e garantia de sanidade estão entre as suas maiores preocupações.

Segundo Gordon (2001), a demanda mundial de carnes vermelhas cresceu cerca de 1,43 milhões de toneladas apenas no ano de 2000, indicando que há possibilidade para os países produtores do aumento em sua participação nesse mercado crescente, citando o Brasil juntamente com Austrália, Nova Zelândia e Argentina entre seus competidores diretos. Para que isso seja viabilizado, algumas preocupações e cuidados devem ser tomados, sendo o principal foco a sanidade alimentar.

Para Fontes (1995), os baixos índices de produtividade dos rebanhos brasileiros talvez sejam consequência do melhoramento genético favorecido mais nos aspectos de morfologia do que nos aspectos fisiológicos ou de produtividade, bem como o pensamento equivocado de que esses animais, pela rusticidade buscada nesse melhoramento, poderiam demandar menos cuidados e trabalho técnico quanto à sua nutrição e sanidade.

Segundo Mattos (1995), a despeito da evolução dos conhecimentos em nutrição animal, ainda não são encontrados com muita frequência animais com alto ganho de peso diário, sendo o principal problema a inabilidade dos animais em consumir alimento suficiente para atender as exigências em energia para altos níveis de produção. Destaca que, além do consumo de cada animal, as características das dietas como composição, forma física, densidade, digestibilidade e balanço de nutrientes devem ser considerados quando se deseja atingir altas produções, principalmente quando se manipula a relação concentrado: volumoso, visando máximo consumo de energia.

Para melhorar esses índices e intensificar a produção animal, vem sendo testados e realizados, a partir de vários sistemas nutricionais, o abate de animais mais jovens e confinados com dietas de elevado teor de energia. Mertens (1992), entretanto, relatou que a excessiva redução na quantidade da fração fibrosa da dieta de ruminantes poderia ser prejudicial para a

digestibilidade total dos alimentos, uma vez que a fibra é fundamental para a manutenção do ambiente ruminal em condições próximas do seu ótimo, em função da estimulação à ruminação e produção de saliva, mantendo o pH ruminal mais estável.

Seria necessária uma elevada eficiência biológica em termos de resposta do animal para que a atividade seja lucrativa, o que pode ser obtido aumentando-se a proporção de concentrado na dieta de animais jovens, que apresentam boa resposta a esse tipo de alimentação (Silva et al., 2002). Assim, a adição de grãos com alto teor de óleo pode ser uma alternativa para se minimizar os problemas ocasionados aos animais pelas dietas contendo alta proporção de concentrado.

O aumento da densidade energética da ração através da utilização de grãos pode ocasionar problemas de ordem digestiva e metabólica, como a redução da digestão da fibra, acidose, laminite entre outras. Os benefícios seriam o aumento da energia da dieta, balanço mais adequado entre carboidratos estruturais e não estruturais, além de reduzir a produção de gases devido à diminuição na fermentação ruminal de carboidratos (Mattos, 1995).

Os híbridos de milho com alto nível de óleo foram estudados há décadas pelos melhoristas em outros países, mas ganharam destaque apenas nos últimos anos, onde empresas brasileiras iniciaram trabalhos com milhos com essa característica, sendo que materiais com teores variando entre 2,9 e 13,1% de extrato etéreo já foram identificados. A melhoria nessa característica pode representar um aumento significativo na competitividade animal, para várias espécies, principalmente naquelas que necessitam de um maior aporte de energia nas dietas para produção (Stock, 1998; Dado, 1998).

Esses híbridos são oriundos de melhoramento genético tradicional, embora já existam espécies de girassol, soja e amendoim, obtidos com manipulação genética ou transgênicos, com características de maior teor de lipídios, de ácido oléico, proteína ou de maior estabilidade agrícola.

Com a Portaria n.º 365 do Ministério da Agricultura (Brasil, 1996) proibindo a utilização de produtos de origem animal nas dietas de mamíferos, pela potencial presença da encefalopatia espongiforme bovina, as fontes de origem vegetal tornaram-se as principais alternativas de adição de gordura às

dietas. Estas fontes, já estudadas e avaliadas para outras espécies animais, tem informações restritas sobre sua utilização e efeitos no desempenho e composição de carcaça para bovinos de corte, justificando a execução de mais pesquisas nesse sentido.

O presente trabalho visa consolidar no mesmo projeto as informações quanto aos efeitos das dietas propostas sobre os parâmetros da produção animal, como ganho de peso em confinamento, rendimento de carcaça, composição corporal, degradabilidade das dietas, efeitos sobre os protozoários ciliados, parâmetros físicos do corte estudado e perfil de ácidos graxos da carne, em animais da raça Nelore, produzidos sob esse sistema nutricional.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DESEMPENHO ANIMAL E RENDIMENTO DE CARCAÇA

A ingestão voluntária é o fator nutricional mais importante para o balanceamento de dietas e fundamental para o estabelecimento do manejo da alimentação, estabelecendo o consumo médio dos animais. A suplementação com energia ou proteína, geralmente leva a uma queda no consumo de volumosos, causando o chamado efeito de substituição (NRC, 1996).

A principal característica dos animais ruminantes é a digestão de grande quantidade de carboidratos estruturais, como hemicelulose e celulose, presentes em alimentos volumosos, visando obtenção de energia (Van Soest, 1994). A quantidade e composição das dietas são variáveis que afetam a taxa de digestão, taxa de passagem e o turnover ruminal.

A composição da dieta também determina a composição da população microbiana responsável pela digestão ruminal dos nutrientes. Os microrganismos celulolíticos, bactérias e protozoários ciliados, tendem a diminuir na presença de outras fontes de energia, como o amido. Esses microrganismos são inibidos pelo pH mais baixo, resultante da digestão de dietas com alta proporção de concentrados.

A maneira mais prática e eficiente de se terminar um animal, é providenciando quantidades adequadas de alimentos de qualidade durante a fase de crescimento acelerado, onde a eficiência de utilização das dietas é máxima (Luchiari Filho, 2000).

De acordo com Preston (1998), a utilização de dieta com alto teor de concentrado fornecido *ad libitum* é uma prática comum na indústria de gado norte-americana e, de acordo com Bulle et al. (2002), essa prática caracteriza-se por rápido ganho de peso, alta eficiência de conversão alimentar e assim uma redução no tempo para terminação e abate.

Entretanto, também de acordo com Preston (1998), essa prática pode ocasionar problemas de ordem digestiva, acompanhado de diminuição do consumo, de baixo ganho de peso, de prejuízos à parede do rúmen e retículo e de redução da função hepática e aparecimento de abscessos no fígado. Para

que isso não ocorra é necessário um processo gradativo de adaptação, fornecendo níveis decrescentes de volumosos até a adaptação dos microrganismos ruminais.

Woody et al. (1983), estudaram o efeito de diferentes níveis de grãos nas dietas de bovinos em fase de terminação e verificaram que animais alimentados com dietas elevadas em concentrado, com 90% de grãos, ganharam peso 7% mais rápido e tiveram uma redução de 16% no requerimento alimentar por unidade de ganho em relação a animais arraçoados com 70% de grãos.

Segundo Luchiari Filho (1986), o plano nutricional é provavelmente, o fator mais importante que afeta a composição da carcaça, pois está intimamente relacionado com a quantidade de gordura corporal. Também de acordo com Block et al. (2001), o manejo alimentar pode ser utilizado como uma ferramenta para alterar a composição da carcaça de acordo com os objetivos propostos.

Os níveis de energia empregados nas dietas podem afetar a composição do ganho de peso em bovinos, determinando o teor de gordura nas carcaças (Veras, 2000). Andersen & Ingvarsen (1984a, 1984b), demonstraram que quando se reduziu em 30% o nível de ingestão de energia houve uma redução na deposição de gordura na carcaça de 22,35% para 10,26% em machos inteiros e de 29,05% para 19,91% em machos castrados.

Em revisão sobre o impacto do manejo e da nutrição em animais confinados sobre as características de carcaça, Owens & Gardner (1999), concluíram que o peso e a idade de entrada no confinamento, o nível de concentrado na dieta, gordura e proteína, bem como dias em confinamento podem alterar as características de carcaça. Segundo os autores, altos níveis de proteína ou gordura na dieta consistentemente melhoraram a qualidade da carcaça, enquanto que os diferentes tipos de processamento dos grãos ou forragem e o uso de ionóforos tiveram um pequeno impacto sobre as características da mesma.

Van Koeving et al. (1994), avaliaram o desempenho e características de carcaça de animais confinados por 105, 119, 133 ou 147 dias, submetidos a dietas com alto concentrado. De acordo com os resultados, animais

alimentados por 119 dias apresentaram maior ganho de peso e eficiência alimentar, com níveis aceitáveis de gordura subcutânea, intramuscular e interna.

Leme et al. (2003), obtiveram elevado desempenho de bovinos Nelore submetidos a dietas com alto concentrado, com ganho médio diário de 1,46 kg durante o período experimental, indicando a viabilidade da utilização de dietas de alta energia para novilhos Nelore confinados até atingir 8 mm de espessura de gordura subcutânea.

Os autores ainda comentam que o desempenho animal observado nas dietas com alto concentrado deste experimento foram superiores aos usualmente observados em dietas com alto concentrado em outros trabalhos com zebuínos e, aparentemente, os resultados de desempenho muito positivos desse trabalho poderiam ser explicados pela proporção de amido relativamente baixa para dietas com apenas 15% de volumoso, devido à substituição do milho pela polpa de citros.

O aumento da densidade energética pela adição de carboidratos na dieta pode apresentar alguns problemas, conforme descrito anteriormente, principalmente quando se trata de zebuínos. O aumento do teor de energia das dietas através da adição de gorduras tem sido uma prática bastante utilizada, tanto com produtos de origem animal quanto de origem vegetal (Brandt & Anderson, 1990; Elizalde et al., 1999; Elliot et al., 1999).

Variedades de milho com cerca de 7% de extrato etéreo, aproximadamente o dobro do encontrado nos materiais normais de híbridos comerciais já estão comercialmente disponíveis e poderiam ser utilizadas em substituição ao milho comum, com o objetivo de aumentar o suprimento de gorduras insaturadas e a densidade energética da dieta (Andrae et al., 2001). No Brasil, esses valores apresentam-se entre 1,41 e 6,09% de extrato etéreo na matéria seca do grão (Lima, 2001).

Soderlund & Seglar (2002), demonstraram que o fornecimento de milho alto óleo a bovinos de corte em terminação aumenta o ganho de peso e a qualidade de carcaça, quando comparado ao milho comum.

O milho alto óleo pode também reduzir o custo da alimentação e o custo do ganho, quando usado como fonte de energia no lugar das caras fontes de

gordura animal suplementar como o sebo. Devido à maior proporção do germe no grão, onde se concentra o óleo, este alimento apresenta aproximadamente o dobro da energia e mais proteína bruta do que o milho comum. Como o óleo tem aproximadamente 2,25 vezes o valor energético do amido, a energia bruta do milho com alto óleo será cerca de 4% a 6% maior que a energia bruta do milho comum.

O acréscimo na proteína bruta é dado por aminoácidos de alto valor nutricional, como a lisina, pelo fato da maior parte dessa proteína ser originada do germe. Assim, o milho alto óleo pode ser utilizado para aumentar a densidade energética, e diminuir ou eliminar a participação de gordura de origem animal e reduzir a quantidade de proteína suplementar na dieta.

O menor teor de amido também poderá reduzir problemas digestivos no rúmen causados pelas dietas com alto concentrado. O fornecimento de milho alto óleo poderá aliviar alguns problemas de estresse térmico, devido ao menor incremento calórico que o milho comum.

O óleo presente nesse material é altamente digestível e tem mostrado valor energético semelhante ao sebo. Estando presente no germe é menos degradado no rúmen que a gordura usualmente adicionada à dieta. (Soderlund & Seglar, 2002).

De acordo com Palmquist (1984a), a importância da gordura na produção de bovinos tende a receber menor ênfase do que outros nutrientes como proteína, fibra, minerais e vitaminas. No entanto, a gordura possui importantes qualidades para as dietas por ser uma fonte densa de energia e de ácidos graxos essenciais, aumenta a absorção de vitaminas lipossolúveis, aumenta a eficiência energética e reduz a poeira da dieta.

Também de acordo com Palmquist (1984b), a adição de gordura a dietas de bovinos embora aumente a densidade energética da dieta, porém pode causar um impacto negativo na fermentação ruminal e digestão das fibras e também ocasionar problemas metabólicos.

Para Lima (2001), fornecer milho de alto óleo não parece deprimir o consumo, como seria esperado quando são acrescentadas formas livres de gorduras não saturadas à dieta.

A composição nutricional típica dos híbridos com alto óleo é apresentada na Tabela 1 (Lima, 2001).

Tabela 1. Composição nutricional média do milho alto óleo e milho comum¹.

NUTRIENTE	MILHO TÍPICO	MILHO ALTO ÓLEO	% ALTERAÇÃO
Extrato etéreo, %	4.03	7.36	82.6
Proteína bruta, %	9.23	9.83	6.5
Amido, %	71.4	67.9	(4.9)
Fibra bruta, %	2.27	2.4	5.7
Matéria mineral, %	1.32	1.45	9.8
Cálcio, %	0.01	0.01	--
Fósforo, %	0.28	0.3	7.1
² NDT %	90.2	94.1	4.3
³ EL _m , Mcal/lb*	1.02	1.07	4.9
⁴ EL _g , Mcal/lb*	0.71	0.75	5.6

¹ Base matéria seca. ² Nutrientes Digeríveis Totais,

³ Energia Líquida de manutenção. ⁴ Energia Líquida de ganho,

* Baseado no NRC para milho quebrado

O milho alto óleo tem menos amido e mais proteína bruta que o milho comum, sendo que esse aumento no teor de PB é devido à presença de aminoácidos de maior valor nutricional, principalmente lisina. Apresenta facilidade à moagem, gerando menos pó quando processado que milho comum e também é mais fácil de manusear e armazenar se comparado a outras fontes de gordura suplementar.

Brandt & Anderson (1990), testaram o efeito da adição de fontes de gordura animal, vegetal ou vegetal protegida sobre o desempenho e as características de carcaça. O rendimento de carcaça não diferiu entre as fontes testadas, entretanto, os autores comentam que em períodos de alimentação inferiores a 90 dias, vários trabalhos comprovam não haver influência da gordura sobre o rendimento de carcaça.

A composição média do perfil de ácidos graxos de diferentes tipos de milho e do óleo de milho foram avaliados no trabalho de Duckett et al. (2002) e são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos médios (% peso) do milho normal, do milho alto óleo e do óleo de milho. (Duckett et al., 2002).

ACIDO GRAXO	MILHO NORMAL	MILHO ALTO ÓLEO	ÓLEO DE MILHO
C14:0	0.04	0.05	0.00
C16:0	13.56	12.66	10.59
C16:1, c-9	0.14	0.11	0.10
C18:0	1.81	2.38	1.96
C18:1, c-9	23.24	32.25	27.27
C18:2, c-9,c-12	57.55	49.39	57.47
C18:3, c-9,c-12,c-15	1.84	1.14	0.97
C20:0	0.40	0.45	0.43
C20:1, c-9	0.23	0.23	0.24
C22:0	0.19	0.14	0.14
C24:0	0.34	0.20	0.18

A área de olho de lombo (AOL) medida entre a 9^a e a 11^a costelas é amplamente aceita e utilizada como um indicador da composição de carcaça, e, apesar de apresentar uma pequena associação com a quantidade de carne magra (Berg & Butterfield, 1979), ela pode ser utilizada como um indicador dessa composição (Luchiari Filho, 2000).

Segundo Boin et al. (1994), a determinação da composição corporal dos animais é fundamental para a avaliação do valor nutricional dos alimentos e em estudos do crescimento animal. O crescimento animal deve ser entendido como um conjunto de modificações físicas, químicas e funcionais de seu organismo e reflete a eficiência de utilização de alimentos para ganho de peso vivo e para produção de carne comestível.

Para Berg & Butterfield (1979), entre os principais componentes do organismo animal estão as gorduras, as proteínas, a água e os minerais. Com seu crescimento há um aumento na gordura, acompanhada por diminuição na proporção de água e proteína do corpo. Animais jovens apresentam proporcionalmente mais água e menos gordura e com a idade e a terminação diminuem as concentrações de proteína, cinzas e água.

Em seu trabalho, Ferreira et al. (1998) afirmam que as mudanças nas proporções dos tecidos e em sua composição química são influenciadas por vários fatores, dentre os quais se destacam peso, a idade, a raça, o nível de consumo de energia e o sexo. A dieta pode influenciar na partição no uso da energia para crescimento e acabamento, sendo que também ocorre influência de tamanho, maturidade, idade e sexo do animal.

Para Silva et al. (2002), as diferenças na composição do ganho de peso são responsáveis pela maior exigência de energia dos animais precoces, dos animais de maior maturidade fisiológica e das fêmeas em relação aos machos inteiros.

2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE QUALIDADE DA CARNE

Muitos trabalhos têm buscado melhorar a qualidade da carne bovina através da manipulação da dieta animal. Neste sentido, uma maior ingestão de energia pode promover taxas de ganhos em peso maiores, abate de animais mais jovens e carcaças com adequada cobertura de gordura.

Dietas com altas proporções de grãos têm sido utilizadas a fim de reduzir o tempo de confinamento e melhorar o acabamento. Ainda, segundo Bowling et al. (1977), citado por Pereira (2002), a terminação de animais com dietas a base de grãos com alta energia, pode contribuir para maciez da carne aumentando a deposição de gordura subcutânea e intramuscular.

Segundo Loxton (2004), o produtor tem grande responsabilidade sobre a produção animal bem como sobre a qualidade posterior, nos processos de transformação dessa matéria prima em produto para o mercado. Fatores como maciez, cor e marmorização, entre outros, são grandemente influenciados por fatores relacionados ao manejo da produção animal.

Para Domingues (2005), o conhecimento dos fatores interferentes na qualidade, tanto pré-abate como pós-morte, são ferramentas auxiliares no conhecimento das causas da variação na maciez e outras características das carnes. São alguns dos fatores pós-morte, como temperatura do músculo, velocidade de diminuição do pH e intensidade das reações de proteólise, que apresentam os maiores impactos sobre os valores de maciez. Como esses

fatores são altamente influenciados pelo manejo pré-abate, a menos que esse manejo seja otimizado, qualquer manipulação será pouco efetiva sobre o aumento da maciez dos cortes.

Para Koohmaraie (2004), a característica de maciez constitui-se no fator isolado mais importante de qualidade da carne, pois os consumidores identificam diferenças nesse parâmetro e remuneraram melhor uma carne macia.

Muitos fatores interferem na maciez da carne, podendo ser divididos em inerentes (pré-abate) ou não inerentes (pós-morte) ao animal. Entre os inerentes tem-se a genética, a fisiologia, a alimentação e o manejo do animal.

Alguns fatores são reconhecidos e bastante documentados na literatura como interferentes na qualidade, entre eles estão genótipo, taxa de crescimento, programas e níveis nutricionais, peso da carcaça, promotores de crescimento, sexo, temperamento individual, estresse, manejo pré-abate, manuseio, mistura de lotes, clima e grau de marmorização, entre outros.

O aumento na taxa de crescimento resulta em um maior desfrute dos rebanhos e diminuição na idade de abate, promovendo também o aumento na maciez da carcaça. A idade do animal interfere na maciez, pela maior quantidade de tecido conjuntivo nos animais com mais idade. Com a idade do animal há a formação de ligações cruzadas entre as moléculas de colágeno que as tornam indissolúveis e endurece a carne. A deposição de maior ou menor teor de colágeno sob a forma de perimísio promove diferenças quanto à maciez da carne. A gordura intramuscular ajuda na maciez por diluir o teor de tecido conjuntivo da carne (Koohmaraie, 2004).

Para Shackelford et al. (1995), a nutrição apresenta influências diretas e indiretas sobre a qualidade dos cortes cárneos. Características como melhor acabamento da carcaça, coloração do músculo e da gordura, são fatores diretamente ligados ao plano e manejo nutricional dos animais. Melhores taxas de ganho de peso, redução na idade de abate, melhora na relação músculo: gordura e na relação dianteiro: traseiro, são fatores ligados à nutrição.

Tanto as pesquisas como a prática dos abatedouros tem demonstrado que, com o aumento do peso das carcaças, há aumento na cobertura de gordura, principalmente na gordura subcutânea e renal dos animais. Para algumas das raças européias, principalmente nas britânicas, esse aumento no

peso está diretamente relacionado com o aumento da marmorização da gordura em alguns cortes. Também são aumentadas a área dos músculos e a produção total da parte comestível das carcaças.

Segundo Macedo et al. (2001), a indústria frigorífica indica como desejável uma espessura mínima de 2 mm, com uma variação da ordem de 3 a 6 mm. Um grau insuficiente de acabamento pode gerar problemas no manejo, depreciando a qualidade da carne em função de escurecimento, encurtamento pelo frio e redução da maciez, sendo que a gordura acima de sete milímetros é aparada a um mínimo pelos varejistas no ato da comercialização.

Os efeitos do estresse sobre a produção e qualidade da carne são apresentados por Berg (2004). As condições que causam estresse nos animais no período de dois a três dias antes do abate, diminuem ou esgotam as reservas musculares de glicogênio, levando a um pH muito baixo no músculo, promovendo condições para que este se torne escuro, duro e seco.

Entre os demais fatores relacionados ao estresse pré-abate estão a movimentação excessiva, rápida ou desnecessária, lotes muito grandes e heterogêneos, ruído intenso, temperaturas altas e tempo excessivo nos currais de espera. Deve ser proporcionado aos animais antes do abate um período de descanso e conforto, com acesso à água, a fim de recuperar essa reserva muscular de energia.

Na conversão do músculo em carne, os processos que ocorrem no pós-morte são os principais determinantes da maciez resultante. Assim, os demais fatores usados como estratégias para aumentar a qualidade das carnes pode ser em vão, se os demais fatores pós-morte não forem observados ou estiverem abaixo do ideal (Maltin et al., 2003).

Para Loxton (2004), os fatores que estão associados com qualidade da carne são: queda do pH do músculo após abate, condicionamento das carcaças por estimulação elétrica ou estiramento, taxas de resfriamento das carcaças visando maciez e sanidade, embalagem a vácuo dos cortes com uso de filmes plásticos, embalagem em atmosfera controlada com mistura de gases como oxigênio e gás carbônico, maturação sob baixas temperaturas e tempo controlado, reembalagem no ponto final de venda, tempo de prateleira e condições de temperatura na prateleira.

Em trabalho sobre as bases biológicas da maciez da carne bovina, Koohmaraie (2004) descreve a existência de variação na intensidade da maciez no período de um dia do pós-morte, que foi o menor tempo estudado. Destaca que há indícios que essas diferenças podem aparecer dentro desse curto período e sugere que todos os animais poderiam ter inicialmente o mesmo nível de maciez ao abate.

A proteólise das proteínas das miofibrilas é a responsável pelo amaciamento. Assim, as diferenças nas taxas e na duração dessa proteólise são responsáveis pelo amaciamento pós-morte e seriam as causas das variações observadas na maciez após o armazenamento.

Segundo Feijó (2004), o colágeno responde por parte da dureza dos diferentes cortes bovinos. Quando o animal é muito jovem, a proporção de colágeno é maior, porém, a estrutura desse tecido é termo-lábil, ou seja, sob calor verifica-se sua transformação em gelatina e a carne torna-se tenra. Em animais adultos a proporção de colágeno é menor, mas com o aumento da idade ocorre a formação de ligações cruzadas nas moléculas de colágeno, o que confere termo-estabilidade, ou seja, não se observa sua transformação em gelatina com o calor, tornando-a menos macia. À medida que o animal cresce, e atinge seu peso de abate, a hipertrofia das fibras musculares é acompanhada pelo aumento na maturidade do endomísio, endurecimento do perimísio e formação das já citadas ligações cruzadas insolúveis entre as moléculas de colágeno.

Com o aumento no tempo de confinamento, as concentrações de colesterol aumentaram tanto no plasma sanguíneo quanto no *Longissimus dorsi*, provavelmente associado a grande quantidade de gordura intramuscular. Ainda de acordo com o estudo, as concentrações de colesterol, marmorização e maciez atingiram o platô ao mesmo tempo. (Van Koeveering et al., 1994),

Andrae et al. (2001), em trabalho com novilhos Angus cruzados, fornecendo dietas com alto concentrado onde o milho alto óleo foi introduzido nas formulações em substituição ao milho comum, obtiveram aumentos na deposição de gordura intramuscular e aumento na insaturação dos ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*.

2.3 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE

Para Moloney et al. (2000), os benefícios dietéticos da ingestão de produtos de ruminantes para a saúde humana estão associados com alguns parâmetros, como: aumento da relação dos ácidos graxos polinsaturados: saturados, a diminuição da relação entre os polinsaturados ômega-6 e ômega-3 e aumentos na concentração de ácido linolêico conjugado (CLA) na dieta.

A presença de isômeros de CLA no leite e na gordura do músculo de ruminantes está associada com a biohidrogenação bacteriana dos ácidos graxos insaturados no rúmen.

O CLA é uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido linolêico, com duas ligações insaturadas conjugadas em várias posições do carbono na cadeia desses ácidos graxos (Khanal & Dhiman, 2004).

Figura 1. Biohidrogenação ruminal de ácidos graxos. (Madron et al., 2002).

Para os autores, o crescente interesse por esses compostos deve-se aos potenciais benefícios à saúde, como anticarcinogênico, antiaterogênico, antidiabetogênico e antiadipogênico. Dos muitos isômeros presentes na gordura de ruminantes, dois são mais conhecidos por sua importância fisiológica. O de maior prevalência e com cerca de 80 a 90% de participação no total do CLA nos produtos de origem de ruminantes é o ácido octadecadienóico (C18:2_cis9_trans11). O segundo é o C18:2_ trans10_ c-12, presente em quantidades de cerca de 3 a 5% do total de CLA. Segundo Ha et al. (1989) existem oito possíveis isômeros geométricos do ácido linolêico.

Em sua revisão sobre o contexto histórico e as implicações do CLA, Weiss et al. (2006) confirmaram ser o ácido rumênico (C18:2_cis9_trans11) o principal isômero do ácido octadecadienóico (C18:2_cis9_cis12) presente na fração lipídica do músculo de bovinos.

Os autores descrevem que o isômero C18:2_ trans10_ c-12, também contribuiria para a atividade biológica do CLA, mas este não seria acumulado significativamente na gordura de ruminantes. Essa hipótese ajudaria a explicar a discrepância entre os valores desse isômero no músculo, quando comparados com os do leite, destacando como importante um reexame das necessidades humanas de CLA e da síntese endógena desse composto.

Bauman et al. (1999) descrevem os passos da biohidrogenação no rúmen. O ácido linolêico (C18:2_cis9_cis12) passa inicialmente a rumênico (C18:2_cis9_trans11), passando depois a ácido vacênico (C18:1_trans_11) e posteriormente a esteárico (C18:0), pela ação dos microrganismos ruminais. Esses ácidos graxos são absorvidos pelos animais e alcançam os tecidos. Pela ação da enzima d9-desaturase nos tecidos, o ácido esteárico pode ser transformado em ácido oléico (C18:1_cis9) e o ácido vacênico pode ser transformado em ácido rumênico. Essas duas vias de formação de CLA são as responsáveis pelas concentrações no conteúdo tecidual.

Muitos fatores podem afetar o conteúdo de CLA no leite, carne e outros produtos de origem animal e podem ser classificados como dietéticos, genéticos e pós-coleta. Dos fatores listados, a dieta é o mais importante e apresenta-se como o fator que pode ser manipulado mais facilmente, visando o

aumento da concentração de CLA e potencializando os benefícios à saúde humana. (Bauman et al., 1999; Khanal & Olson, 2004).

Para Medeiros (2002), diversos fatores podem influenciar no processo de biohidrogenação ruminal e na quantidade de ácidos graxos insaturados disponíveis para deposição nos tecidos. As maiores concentrações de ácidos graxos insaturados observadas nos animais confinados em relação a animais em pastejo, deveram-se aos valores de pH ruminal mais baixos nas dietas com altos teores de concentrados, com diminuição da lipólise e conseqüente diminuição na extensão da biohidrogenação de ácidos graxos no rúmen.

O trabalho de Moloney et al. (2000), utilizando dietas com diferentes fontes de volumoso, sendo silagem de milho ou silagem de gramínea e avaliando a composição em ácidos graxos do *Longissimus dorsi*, concluíram que as fontes de forragem conservada das dietas influenciaram a composição da gordura depositada no tecido muscular. A inclusão de silagem de gramíneas resultou em um perfil de ácidos graxos mais benéficos do ponto de vista da saúde do consumidor do que a silagem de milho.

Segundo French et al. (2000), animais em sistema de pastejo apresentam maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados, resultando em uma maior relação insaturados: saturados, do que os animais suplementados com concentrados. Além disso, foi observada maior quantidade de CLA para os animais consumindo pastagem em relação aos animais confinados, recebendo altos teores de concentrado ou silagem.

Para Mir et al. (2002), trabalhando com adição de óleo de girassol em dietas de bovinos, essa adição pode ser usada para alterar a composição do perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de bovinos, mas não alteraria o conteúdo da gordura intramuscular. Embora a adição desse óleo possa aumentar o conteúdo de CLA da gordura muscular, esse aumento relativo poderia também ser afetado por outros componentes da dieta.

Segundo Bauman et al. (1999), a formação de isômeros do CLA e de outros ácidos graxos monoinsaturados ocorre no rúmen, através da incompleta biohidrogenação dos ácidos graxos polinsaturados. O principal microrganismo ruminal envolvido na produção de CLA no rúmen é o *Butyrivibrio fibrisolvens*, sendo que os protozoários teriam pouca ação sobre a biohidrogenação ruminal.

Embora alguns trabalhos não apresentem resultados consistentes quanto aos efeitos das dietas no aumento de CLA no tecido muscular de bovinos em crescimento (McGuire et al., 1998; Beaulieu et al., 2002), muitos autores obtiveram aumentos nesses ácidos graxos, tanto para animais em pastejo, como para animais suplementados com óleos e grãos.

Poulson et al. (2004), trabalhando com bovinos Angus terminados a pasto ou suplementados com concentrados, avaliaram o efeito de diferentes dietas sobre os valores percentuais dos isômeros C18:2_cis9_trans11 e o C18:2_trans10_cis12, presentes na gordura do *Longissimus dorsi*. Os animais terminados a pasto apresentaram valores muito superiores desses isômeros, quando comparados aos animais confinados. Os autores concluíram que a terminação a pasto sem adição de suplementação concentrada aumenta a concentração do CLA na gordura presente na carne dos animais.

Madron et al. (2002), discutindo as possíveis causas das diferenças dos níveis de CLA no músculo de novilhos e de CLA no leite, apresentaram como uma das causas dessa variação uma possível limitação da enzima Δ^9 -desaturase na gordura corporal. Consideraram que a relação entre as concentrações do ácido rumênico (C18:2_cis9_trans11) e do ácido vacênico (C18:1_trans11) no músculo apresentariam valores menores que os valores no leite. Assim, uma menor concentração do ácido rumênico e maior concentração do ácido vacênico indica uma consequência dessa inibição enzimática no tecido.

Os ácidos graxos essenciais polinsaturados são agrupados em duas principais famílias, os ômega-6 e os ômega-3. Esses dois tipos são muito diferentes quanto à sua ação no organismo humano. Enquanto os produtos metabólicos dos ácidos graxos ômega-6 promovem inflamação e tumores, os ácidos graxos ômega-3 atuam no sentido totalmente oposto. É importante manter o balanço dietético entre as duas formas, uma vez que funcionam em conjunto, promovendo a saúde e equilíbrio orgânico. (Daley et al., 2006).

O termo ômega-3 ("n-3" ou " ω -3") significa que a primeira ligação dupla está na terceira ligação carbono-carbono, contando-se desde a extremidade metil (ω) da cadeia carbônica. O mesmo princípio vale para os ômega-6.

Para Lands (1992), os ácidos graxos ômega-3 que apresentam importância para a nutrição humana são: ácido alfa-linolênico (18:3, ALA), ácido eicosapentaenóico (20:5, EPA) e ácido docosahexaenóico (22:6, DHA). Esses três ácidos graxos polinsaturados apresentam 3, 5 ou 6 duplas ligações na cadeia carbônica, respectivamente, sendo que todas estão na configuração *cis*, isto é, os dois átomos de hidrogênio estão no mesmo lado da dupla ligação.

Estruturalmente, os ácidos graxos ômega-3 apresentam-se como uma hélice, pois a cada insaturação *cis*, separada por um grupo metil, muda a direção da cadeia carbônica. Essa configuração pode explicar os diversos fenômenos biológicos observados nas estruturas ricas em ácidos graxos polinsaturados, especialmente na dupla camada lipídica da membrana celular.

Segundo Simopoulos & Cleland (2003), os efeitos biológicos dos ácidos ômega-3 são mediados pelas suas interações com os ácidos ômega-6. Pequenas quantidades dietéticas de ômega-3 (~1% das calorias) possibilitam um crescimento humano normal. Aumentos nessa quantidade apresentam pouco ou nenhum efeito sobre o crescimento. Os ácidos graxos ômega-6 tem função no crescimento normal, na integridade dérmica, na função renal e no parto. Isso levou à condução inicial de mais pesquisas sobre os ômega-6, sendo que só nas últimas décadas o ômega-3 recebeu mais atenção.

Tabela 3. Ácidos graxos ômega-3 (ω 3) e ômega-6 (ω 6). (Simopoulos, 2002).

NOME COMUM			NOME QUÍMICO
Ácido alfa-linolênico	ω 3	18:3	Ácido octadecatrienoico
Ácido estearidônico	ω 3	18:4	Ácido octadecatetraenoico
Ácido eicosatetraenóico	ω 3	20:4	Ácido eicosatetraenoico
Ácido eicosapentaenóico	ω 3	20:5	Ácido eicosapentaenóico
Ácido linolêico	ω 6	18:2	Ácido 9,12-octadecadienóico
Ácido eicosadienóico	ω 6	20:2	Ácido 11,14-eicosadienóico
Ácido digama linolênico	ω 6	20:3	Ácido 8,11,14-eicosatrienoico
Ácido araquidônico	ω 6	20:4	Ácido 5,8,11,14-eicosatetraenoico

Estudos clínicos desses autores indicam que a relação de ingestão entre os ácidos graxos ômega-6/ômega-3, especialmente linolêico vs. alfa-linolênico é muito importante na manutenção da saúde cardiovascular humana.

Em 1963, descobriu-se que o ácido araquidônico (ômega-6) seria convertido a agentes pró-inflamatórios pelo organismo humano. Em 1979, foram descobertas substâncias hormonais conhecidas como eicosanóides (prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanas, etc..), que apresentam vida ativa curta e um processo contínuo de síntese e degradação. Caso a síntese dos eicosanóides exceda sua degradação pode ocorrer efeito deletério à saúde.

Os ácidos graxos ômega-3 são também convertidos em eicosanóides, mas a taxas menores. Se ambos estiverem presentes na dieta, eles competirão para essa transformação. Assim, a quantidade de ômega-3 presente na dieta está diretamente relacionada com um decréscimo na taxa de produção desses eicosanóides. Essa competição teve sua importância reconhecida quando descobertos efeitos sobre a circulação, no agrupamento das plaquetas levando à trombose e sobre o sistema imune, sendo relevante em casos de artrite, lupus e asma. Essas descobertas aumentaram o interesse em controlar a síntese de ômega-6, sendo uma das alternativas o consumo de maior quantidade de ômega-3 (Simopoulos, 2002).

Simopoulos & Cleland (2003), recomendam o consumo diário de três formas de ômega-3, sendo 650 mg do ácido eicosapentaenóico (EPA), 650 mg do ácido docosahexaenóico (DHA) e 2,22 g do ácido alfa-linolênico (ALA), além de uma forma de ômega-6, 4,44 g de ácido linolêico (LA). Isso se traduz em uma relação de 3:2 entre ômega-6 e ômega-3, ou seja, de 1,5:1.

De acordo com Daley et al. (2006), um balanço inadequado desses ácidos graxos essenciais, com uma alta relação ômega-6: ômega-3 contribui para o desenvolvimento de doenças que, com um balanceamento adequado, seriam controladas ou evitadas. Uma dieta saudável deveria apresentar aproximadamente entre uma a quatro vezes mais ômega-6 que ômega-3. A dieta típica estadunidense contém 11 a 30 vezes mais ômega-6 que ômega-3, sendo que muitos pesquisadores acreditam ser esse desbalanço um fator significativo do aumento nas taxas de problemas inflamatórios nessa população.

2.4 PROTOZOÁRIOS CILIADOS RUMINAIS E pH

2.4.1 Protozoários ciliados ruminais

Os trabalhos conduzidos na área de protozoologia de rúmen pretendem definir as funções e a dinâmica da população de ciliados no rúmen, sob diferentes dietas e manejo. Determinações da concentração e composição da população ruminal sob essas diversas condições são importantes para entendimento da função dos protozoários e suas relações com os ruminantes.

A quantidade e diversidade dessa população são influenciadas pelo tipo de dieta, pela variação no pH ruminal e pelas relações que estabelecem entre si e com a população bacteriana (Moura Marinho, 1982).

Os protozoários ciliados do rúmen participam com mais de 40% do nitrogênio microbiano total do conteúdo ruminal e mais de 60% dos produtos de fermentação microbiana (Hungate, 1966). Também Leng (1982) observou que 65% dos protozoários morrem e são degradados no rúmen.

Para Dehority (1991), os protozoários do gênero *Entodinium* são mais freqüentes na microbiota ruminal, chegando a 80-90% da população total de protozoários, existindo uma grande variação na população ruminal de protozoários ciliados entre animais de uma mesma espécie.

Autores como Franzolin & Dehority (1996b), citam a dificuldade no esclarecimento do papel dos protozoários no rúmen sob diversos sistemas de alimentação, pela constatação de grande variabilidade individual na microbiota ruminal. Novilhos alimentados com dietas ricas em concentrado durante mais de 30 semanas, mostraram a presença de dois grupos distintos quanto ao comportamento da população de protozoários, sob as mesmas condições de manejo dos animais. Para bovinos ingerindo dietas com níveis crescentes de concentrado e altos níveis de amido, a presença de protozoários ciliados ruminais foi reduzida ou completamente eliminada. A manutenção desses protozoários foi influenciada pelo tempo de alimentação com as dietas e pela proporção volumoso: concentrado. (Towne et al., 1990; Dijkstra, 1994).

Para Valinote et al (2005), uma das justificativas para o uso de gorduras e óleos em substituição aos altos teores de grãos nas dietas de ruminantes, seria evitar os problemas causados pela alta ingestão de amido.

Por outro lado, Jenkins (1993) e Van Soest (1994), mostraram que o uso de lipídios em níveis acima de 7% da matéria seca em dietas para ruminantes pode prejudicar a digestão dos alimentos, em função desses lipídios possuírem em sua constituição maiores proporções de ácidos graxos insaturados, que são tóxicos aos microrganismos ruminais, principalmente para bactérias Gram-positivas e protozoários. Esses lipídios aderem à partícula do alimento, criando uma barreira física à ação de microrganismos e enzimas microbianas.

2.4.2 Medidas de pH

O pH do conteúdo ruminal reflete o balanço entre as taxas de produção de amônia e ácidos graxos voláteis, o influxo de tampões por meio da saliva e a presença ou liberação de tampões ou bases dos alimentos.

Dietas ricas em concentrado são ingeridas rapidamente, requerendo baixo tempo de ruminação e reduzindo a taxa de secreção salivar em relação à produção de ácidos graxos voláteis. A diminuição do pH ruminal após a ingestão de dietas ricas em concentrado e deficientes em fibra ocorre em função de uma diminuição da ingestão de saliva, alcalinizante do meio, e da restrição da motilidade ruminal e da ruminação (Ørskov, 1986; Ørskov, 1994).

As dietas devem ser corretamente manejadas para proporcionar um adequado pH ruminal, considerando-se para isto, a frequência das refeições na alimentação e uma adequada adaptação à dieta. Uma queda no pH ruminal provoca depressão no apetite, motilidade ruminal, crescimento microbiano e da digestão da fibra, podendo ocasionar laminites, ulcerações ruminais, abscessos hepáticos, podendo levar a óbito (Allen, 1997; Burger et al., 2000).

O pH ruminal é fator determinante na quantidade e na composição da população de protozoários. As espécies de *Entodinium* parecem ser mais tolerantes às condições ácidas que os holotricos.

Pode-se considerar que existe variabilidade individual no ambiente ruminal em animais sob o mesmo sistema de alimentação. Outros fatores, juntamente com o pH, estão envolvidos na manutenção da população de protozoários ciliados no rúmen (Franzolin & Dehority, 1996a).

2.5 NÍVEIS DE URÉIA PLASMÁTICA

A avaliação dos valores de uréia no sangue indica o estado da nutrição protéica, avaliando o seu balanço no metabolismo animal. Durante a fermentação ruminal, sempre que a concentração de amônia exceder o nível de utilização pelos microrganismos, a mesma é absorvida, e através da circulação entero-hepática, chega ao fígado onde é transformada em uréia que juntamente com a uréia produzida no fígado a partir do metabolismo de aminoácidos constituem a maior parte da uréia plasmática. Parte desta uréia é reciclada, via saliva e parede ruminal, e volta para o rúmen, e a outra é excretada através da urina (Butler, 1998, Butler et al., 1996).

A concentração de uréia plasmática em ruminantes está diretamente relacionada com o consumo de proteína e tem sido usada para verificar o estado nutricional protéico dos animais (Ruas et al., 2000). A uréia difunde-se facilmente nos tecidos do organismo dos bovinos. Quando a taxa de produção de amônia é maior que a sua utilização pelos microrganismos ruminais, observa-se alteração da concentração de NH_3 no rúmen, com conseqüente excreção de uréia e aumento do custo energético da produção de uréia, resultando assim em perda de proteína (Morrison & Mackie, 1996).

Níveis acima dos valores basais aumentam a excreção urinária de uréia, sugerindo desperdício da proteína dietética, sendo que, em vacas leiteiras, as concentrações de uréia no leite são altamente correlacionadas com as concentrações plasmáticas de uréia (Butler et al., 1996).

Para Dukes (1996), níveis considerados normais de uréia plasmática para bovinos estão entre 10 e 30 mg/ dL. Trabalho de Valadares et al. (1997) apresentam valores entre 13,5 e 15,1 mg/ dL como adequados para indicar a eficiência do uso de proteína por novilhos zebuínos.

Os valores de uréia plasmática encontrados por Putrino (2006) para novilhos Nelore terminados em confinamento ficaram entre 15,8 a 18,9 mg/ dL. Esses valores foram compatíveis com as faixas citadas pela literatura e considerados como adequadas para o metabolismo de proteína dos animais que consumiram dietas com níveis de 60% de concentrados, não havendo excreção excessiva de nitrogênio.

2.6. DEGRADABILIDADE *IN SITU* E DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS

Os estudos com objetivo de melhorar a produtividade animal e o aproveitamento dos nutrientes pelos ruminantes são conduzidos para avaliação e definição de um manejo nutricional ótimo, tanto do ponto de vista do animal como do ponto de vista econômico.

A avaliação das diferentes dietas e dos alimentos utilizados em nutrição animal, através de sua comparação por meio de ensaios de digestibilidade, conduzidos mesmas condições e com os mesmos tipos e raças de animais, permite uma evolução no entendimento de seu consumo e metabolização. Desde os trabalhos de Ørskov & McDonald (1979) e de Ørskov et al. (1981), as avaliações e procedimentos vem sendo estudados e evoluindo.

O conhecimento da degradação ruminal tem um papel fundamental nesse estudo, uma vez que determina não apenas sua contribuição para atender às necessidades dos microrganismos, como também à quantidade potencial dos nutrientes que podem escapar dessa fermentação ruminal e, conseqüentemente, capaz de fornecer aminoácidos, ácidos graxos e outros elementos nutricionais disponíveis para digestão a partir do abomaso.

A extensão da degradação dos alimentos dentro do rúmen é variável e as diferenças estão relacionadas principalmente a fatores intrínsecos desse alimento, da espécie animal e influências da natureza da dieta sobre o ambiente ruminal (Broderick et al., 1988; Van Soest, 1994).

A técnica *in situ* para estudo da degradação ruminal de alimentos vem sendo utilizada com facilidade e eficiência, embora os diferentes procedimentos experimentais possam causar variações consideráveis. O trabalho feito por Huntington & Givens (1995), apresenta uma revisão detalhada nessas causas de variação e sugere a padronização de alguns procedimentos.

3. OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Estudar o efeito da adição de níveis crescentes de concentrado na dieta e da adição do milho alto óleo, comparado ao milho comum, sobre as características de desempenho e qualidade da carcaça de bovinos Nelore;
- Estudar as interações entre os níveis crescentes de concentrado e a qualidade do milho, em função de seu conteúdo de óleo, sobre as características de desempenho e qualidade da carcaça e da carne de bovinos Nelore;
- Verificar os efeitos dessas dietas sobre os parâmetros de fermentação ruminal, sobre a população de protozoários ciliados ruminais e sobre a degradabilidade ruminal *in situ* das dietas e frações fibrosas do volumoso;
- Avaliar as modificações proporcionadas por esse manejo alimentar sobre a qualidade física do *Longissimus dorsi*;
- Avaliar as modificações proporcionadas por esse manejo alimentar sobre a composição do ganho dos animais;
- Conhecer os resultados da adição de milho alto óleo nas dietas sobre a quantidade e proporção de ácidos graxos do *Longissimus dorsi*;

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo – FZEA/USP, Campus Administrativo de Pirassununga, Estado de São Paulo, situado a 21° 59' de latitude Sul e 47° 26' de longitude Oeste e a uma altitude de 634 metros. O clima é tipo Cwa Köppen - subtropical, com inverno seco e bem definido e verão quente e chuvoso (Oliveira & Prado, 1984).

4.1. ENSAIO DE CONFINAMENTO

4.1.1 Animais e Alimentação

Foram utilizados 48 novilhos da raça Nelore, com médias de dezoito meses de idade e 435 ± 30 kg de peso vivo. Todos os animais receberam vacinas e vermífugos antes do acesso à área experimental.

A instalação de confinamento onde foi realizado o ensaio apresenta quatro currais, com cochos equipados com portões eletrônicos do tipo *Calan* (*Calan Systems Inc.*), que permitem o fornecimento das diferentes dietas no mesmo curral e o controle individual do consumo e do acesso ao cocho.

O ensaio foi subdividido em quatro períodos de 28 dias. Os animais foram submetidos a um período de 28 dias para adaptação às dietas, quando o concentrado foi aumentado semanalmente até atingir os níveis previstos nos tratamentos. Ao final do período de adaptação às instalações e às dietas os animais foram submetidos a pesagem, com um período de jejum noturno de 18 horas sem alimento e sem água. O confinamento consistiu em mais três períodos de 28 dias (Per 1, Per 2 e Per 3), totalizando 84 dias, com início em 31 de agosto e término em 22 de novembro de 2004.

Os animais foram separados em quatro lotes, de acordo com o peso inicial, sendo cada lote alocado em um curral. Para que todos os tratamentos estivessem representados em cada curral, os animais foram casualizados nos seis tratamentos, sendo submetidos a regime de confinamento com as dietas propostas (Tabela 4), até o final do período experimental.

Os alimentos, volumosos e concentrados, foram pesados e fornecidos aos animais duas vezes ao dia, nos horários de 6 e 17 horas, sendo a mistura homogeneizada manualmente dentro dos cochos.

O acesso *ad libitum* dos animais às respectivas dietas foi obtido pela oferta de 110% da média do consumo anterior, sendo o ajuste realizado a cada três ou quatro dias.

Tabela 4. Formulação e composição das dietas experimentais.

NÍVEL DE MILHO, %	TRATAMENTOS					
	25		40		55	
	MC	MAO	MC	MAO	MC	MAO
TIPO DE MILHO						
Milho grão comum	25,000		40,000		55,000	
Milho grão alto óleo		25,000		40,000		55,000
Silagem de milho	65,716	65,716	50,787	50,787	35,668	35,668
Farelo de soja	6,608	6,608	6,336	6,336	6,238	6,238
Uréia	0,449	0,449	0,650	0,650	0,867	0,867
Sulfato de amônia	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Sal mineral	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Rúmeme tamponante	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Rumensina	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
NUTRIENTES ESTIMADOS ⁽¹⁾ , %						
NDT	68,77	69,67	72,34	73,78	75,94	77,92
EE	3,18	3,61	3,37	4,05	3,56	4,50
PB	12,27	12,27	12,98	12,98	13,80	13,80
PDR	8,24	8,24	8,62	8,62	9,08	9,08
Ca	0,61	0,61	0,57	0,57	0,52	0,52
P	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35

⁽¹⁾ Programa RLM ®. MAO= milho alto óleo MC = milho comum

O conteúdo de matéria seca da silagem de milho bem como das sobras de alimento nos cochos de cada tratamento, foi monitorado pela amostragem desse material a cada dois a três dias, formando uma amostra composta. Essas amostras foram congeladas a -10°C e analisadas quinzenalmente, visando avaliar e manter a composição das dietas.

As dietas foram calculadas para uma participação de 25%, 40% e 55% de milho grão, sendo usadas duas fontes, milho comum (MC) e milho alto óleo (MAO).

Com esses níveis de utilização de milho, a relação volumoso:concentrado nas dietas foi respectivamente de 66:34, 51:49 e 36:64, para as rações denominadas como 25%, 40% e 55% de milho.

O volumoso utilizado foi uma silagem de milho, que foi confeccionada no verão anterior com milho de endosperma do tipo comum. Foi conservada em silo trincheira e mantida cercada e coberta até a instalação do experimento, sendo sua utilização feita diariamente com retirada manual. Os eventuais pontos do silo que apresentavam material não adequado ao consumo dos animais foram descartados.

4.1.2 Coleta de dados

A alimentação fornecida e as sobras foram pesadas e analisadas para determinação da matéria seca, para cálculo do consumo individual e da eficiência alimentar.

A coleta dos dados de peso vivo foi realizada a intervalos de 28 dias, denominados períodos (Per) com os animais submetidos individualmente a pesagens após jejum completo de 18 horas.

4.1.3 Análises bromatológicas das dietas

Foram colhidas amostras semanais das dietas oferecidas e das suas sobras. A cada quatro semanas essas amostras foram homogeneizadas, obtendo-se as amostras compostas, que foram enviadas para análise bromatológica. As análises foram feitas de acordo com as metodologias descritas por Silva (1998) estando apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Médias das análises bromatológicas dos ingredientes e do milho.

	MST	PB	FB	EE	MM	ENN
MILHO ALTO ÓLEO	93,2	10,7	2,32	7,58	1,2	78,2
MILHO COMUM	88,5	10,3	2,53	4,69	1,11	81,2
FARELO DE SOJA	89,5	53,4	5,94	2,39	6,38	31,9
SILAGEM MILHO	95,33	7,34	24,37	2,58	4,16	61,5

Tabela 6. Análises bromatológicas iniciais das dietas experimentais.

	MST	PB	FB	EE	MM	ENN	FDN	FDA
25 B	38,15	12,35	16,36	3,17	4,63	63,50	39,28	24,69
25 A	39,47	12,08	16,12	3,29	5,25	63,28	39,12	24,91
40 B	44,41	12,92	13,73	3,27	4,25	65,84	33,24	20,40
40 A	43,65	13,13	13,76	4,16	4,96	64,00	34,59	22,08
55 B	52,12	14,46	10,54	4,13	4,88	66,00	30,36	18,86
55 A	51,48	14,28	10,04	5,06	4,48	66,15	27,71	17,67

4.2 ENSAIO DE ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

4.2.1 Análise química

Para a avaliação e estimativa da composição corporal foram analisadas as secções entre a 9^a e a 11^a costelas. Essa secção, também denominada secção HH, é a porção compreendida entre a 9^a e a 11^a costelas com vértebras, seccionada longitudinalmente na altura de 61,5 % do comprimento da costela, a partir da vértebra torácica correspondente, conforme metodologia descrita por Hankins & Howe (1946). Para as análises foi removida a gordura visível bem como o colágeno, sendo separadas essas seções de cada carcaça.

Após essa separação, foram colhidas quatro amostras de bifes do centro do músculo, de cerca de 2,5 cm de espessura cada uma. Essas amostras foram pesadas, identificadas, embaladas e congeladas a -18°C para análise física posterior.

Para a análise química, as amostras congeladas das seções foram cortadas com serra elétrica de fita e moídas em moedor de grande porte (Herman P-33a-3-789, de 15 HP). Posteriormente, visando uma maior

homogeneização, foram moídas mais duas vezes com peneira de 30 mm e mais duas vezes com peneira de 12 mm. Da última moagem foram colhidas amostras de cerca de 350 gramas do homogeneizado e colocadas em quatro placas de Petri com uma separação diagonal, formando duas metades.

Estas placas foram liofilizadas até atingirem peso constante, obtendo-se por diferença o teor de água do corte da costela. Cada placa teve uma metade reservada como duplicata e outra metade levada para as análises seguintes.

As amostras liofilizadas foram moídas novamente em liquidificador com copo de aço inox adicionando-se gelo seco (CO₂ sólido), sendo analisadas em seguida para lipídios totais e cinzas.

A porcentagem de extrato etéreo do corte foi calculada através da perda de peso da amostra após 15 horas de extração em aparelho Soxhlet, realizada de acordo com a metodologia descrita por Silva (1998).

Foi determinado o teor de MS total de cada amostra, em estufa a 105°C por 24 horas. O teor de cinzas nas amostras foi determinado usando-se mufla a 600°C por 6 horas. O teor de proteína das amostras foi calculado por diferença.

4.2.2 Estimativa da % de água e extrato etéreo no corpo vazio (CVz)

Estimativa do peso vazio (PVz) foi feita a partir do peso vivo em jejum (PVJ) segundo equação de Leme et al. (1994) para a raça Nelore.

$$PVz = - 16,15438 + (0,94245 \times PVJ) \quad (R^2 = 0,99 \quad S_{y.x} = 4,99)$$

A composição química corporal do grupo de abate inicial (linha base) e dos animais no final do experimento foi estimada pela composição química e física do corte entre a 9^a e a 11^a costelas, através das equações de estimativa da composição corporal das raças Nelore (Alleoni et al., 1997a; 1997b), sendo:

$$\begin{aligned} \text{Água}^{(1)} (\%) &= 70,47 - 0,473 \text{ GC}(\%)^{(2)} & R^2^{(3)} &= 0,91 \\ \text{EE}^{(1)(4)} (\%) &= 4,255 + 0,618 \text{ GC}(\%)^{(2)} & R^2^{(3)} &= 0,94 \end{aligned}$$

Onde: (1). Componentes estimados do corpo vazio.

(2). GC: gordura do corte entre a 9^a e a 11^a costelas.

(3). R² : coeficiente de determinação. (4). EE: extrato etéreo.

4.2.3 Cálculo das estimativas do ganho

Os ganhos de peso do corpo vazio (PCVz) e dos componentes químicos do corpo vazio foram calculados usando os valores estimados para esses parâmetros para cada animal no início do período de alimentação e os valores determinados após o abate de cada animal no final do período de alimentação.

Os valores de energia dos ingredientes da ração foram determinados por ensaio de digestibilidade. Para estimativa dos teores de proteína e cinzas no corpo vazio foram utilizadas as relações para proteína: água de 0,3009 e de cinzas: água de 0,0747, calculadas para novilhos Nelore por Leme et al. (1994).

As quantidades de energia e proteína no ganho de peso vazio foram estimadas a partir da composição corporal dos animais estimada no início e no final do confinamento. Para efeito de cálculo da energia retida (ER), foram considerados valores apresentados no NRC (1996), sendo 9,367 kcal/g para extrato etéreo e 5,686 kcal/g para proteína.

A diferença entre a ingestão de energia metabolizável (EM) e a energia retida, ambas expressas em kcal/kg PCVz^{0,75}, foi considerada como produção de calor.

4.2.4 Estimativas de uréia no sangue

Foram realizadas duas coletas de sangue de todos os animais para a determinação do teor de uréia, aos 56 e 112 dias de confinamento. As amostras de sangue dos animais foram obtidas da veia jugular e colhidas em tubos do tipo “vacutainer” no período da manhã.

A determinação do teor de uréia no soro foi obtida através do uso de kits comerciais da marca Laborlab®. Logo após a coleta, o sangue foi centrifugado a 3000 rpm durante 15 minutos. O soro foi pipetado e armazenado em tubos “Ependorf” a uma temperatura de 20°C negativos.

Para a obtenção do valor de nitrogênio no plasma (NUP) foi utilizado o fator 0,466, que representa a fração de nitrogênio na molécula de uréia.

Para a obtenção do valor de nitrogênio originário da uréia sangüínea ou nitrogênio uréico no sangue (NUS) a partir do teor de uréia no plasma, foi utilizada a equação de Broderick & Clayton (1997).

4.3 ENSAIO DE QUALIDADE DA CARNE E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

4.3.1 Abate

Ao final do período experimental de confinamento, quando atingiram peso vivo entre 476 e 554 kg, na média dos diferentes lotes, os animais foram submetidos a pesagem, com um período de jejum de cerca de 18 horas sem alimento e sem água, sendo embarcados para abate.

O abate foi conduzido em um frigorífico comercial com registro no Serviço de Inspeção Federal, na cidade de Piracicaba-SP, a 120 Km de distância das instalações de confinamento.

No frigorífico, os animais foram submetidos a um período de nove horas de jejum, somente com acesso à água nos currais de espera. A concussão cerebral foi seguida pela sangria feita através da seção da artéria jugular. Após a separação da cabeça, a retirada do couro e completada a evisceração, as carcaças foram divididas, obtendo-se duas meia carcaças.

Em seguida, as duas meias-carcaças foram pesadas e armazenadas em câmara fria por um período de aproximadamente 18 horas. Cada meia carcaça foi identificada individualmente e após o toalete foram mantidas em câmara frigorífica a 1°C.

4.3.2 Temperatura e pH

Uma hora após o abate foram mensurados o pH e a temperatura das carcaças (pH1h, T1h). A medida foi feita no músculo *Longissimus thoracis* da meia carcaça direita, na altura da 12^a costela, usando-se um termômetro e peagâmetro digital, com sondas de penetração (mod. HI8314, marca Hanna Instruments).

Após 24 horas na câmara frigorífica, foram mensurados novamente a temperatura e o pH das carcaças (pH 24h, T 24h), na mesma posição e método já citados.

Utilizando-se as meias-carcaças esquerdas resfriadas, foram retirados os cortes transversais integrais entre a 9^a e a 11^a costelas, que segundo Hankins & Howe (1946), corresponde à seção HH.

4.3.3 Área de olho de lombo e espessura de gordura

As amostras foram transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Carnes da FZEA-USP, Pirassununga/ SP, sendo realizadas as pesagens, medidas de área de olho de lombo e de espessura de gordura subcutânea (EGS), de acordo com a metodologia descrita por Muller (1980), usando a seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*.

Foram retirados quatro bifes de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi*. As amostras foram embaladas a vácuo e maturadas entre 0 e 1°C durante 7 dias. Após este período, foram realizadas as análises de cor, marmorização, perdas por cozimento e força de cisalhamento (Wheeler et al., 2001).

4.3.4. Características de cor, marmorização, perdas por cozimento e força de cisalhamento

A cor das amostras foi determinada com um colorímetro portátil (mod. MiniScan XE, marca Hunter Lab), com fonte de luz D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30 mm, usando-se a escala L*, a*, b*, do sistema CIELab (Houben et al., 2000). As amostras foram deixadas em repouso, com a superfície exposta ao ambiente por 20 minutos, para oxigenação da mioglobina (Abularach et al., 1998). As medidas foram realizadas em três regiões diferentes em cada bife, tomando-se o valor médio das medidas. Foi determinado ainda o nível de marmorização através de análise de escore visual subjetivo (USDA, 1989), cuja classificação foi determinada por uma escala de pontos.

Foram também calculadas as perdas de água por cozimento (PAC), determinadas pela diferença de peso antes e após o cozimento, expressas em porcentagem (%).

$$PAC = (P_i - P_f) / P_i$$

Onde: PAC = perdas de água ao cozimento;

P_i = peso inicial da amostra;

P_f = peso final da amostra.

Em seguida, foram retirados seis cilindros de 12,7 milímetros de diâmetro de cada bife, no sentido das fibras, com o auxílio de um vazador manual para a análise da força de cisalhamento, utilizando-se o equipamento Warner Bratzler Shear Force (Wheeler et al., 2001).

Os dados foram avaliados através de análises de variância em 5% de significância utilizando o procedimento PROC MIXED do programa Statistical Analysis System (SAS, 1989).

4.3.5 Análise do perfil de ácidos graxos da carne

Para as análises de perfil de ácidos graxos foram utilizadas as amostras liofilizadas do músculo *Longissimus dorsi*, sendo homogeneizadas e sub-amostradas.

Para cada animal foram coletados 3 g do tecido muscular liofilizado para a extração da gordura, de acordo com o método de Hara & Radin (1978). A metilação foi feita com o uso de uma solução metanólica de metóxido de sódio, de acordo com Christie (1982).

O perfil de ácidos graxos foi determinado através de cromatografia gasosa, com uma coluna capilar de sílica fundida SP-2560. Para padrão foi usado o CRM-164 (Commission of the European Communities, Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium).

A cromatografia para análise de ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo a gás marca ThermoQuest - Focus GC, equipado com detector por ionização em chama e injetor ThermoQuest AS3000, com coluna capilar de sílica fundida, SP^{TM}- 2560, com 100 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno e contendo 0,2 µm de polietileno glicol e programa integrador processador ChromQuest 4.1.

As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna a 150°C por 11 min, programada a 240°C numa razão de 4°C/ min, sendo o gás de arraste o hidrogênio, numa vazão de 1,8 ml/ min, com velocidade linear de 39,4 cm/s, e sendo o gás de limpeza o nitrogênio, numa vazão de 30 ml/min, com uma temperatura do injetor a 250°C, fluxo de 18 mL/ min e temperatura do detector de 300°C.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada pelo uso em conjunto dos seguintes parâmetros: comparação do tempo de retenção corrigido de ésteres metílicos dos ácidos graxos das amostras e padrões e comprimento equivalente da cadeia. A quantificação foi feita por normalização e os valores de cada ácido graxo sendo apresentados como porcentagem do total dos ácidos graxos, com base no peso.

4.4 ENSAIO DE METABOLISMO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS

4.4.1 Animais

Para estimar a ingestão e o teor de energia metabolizável das dietas foi conduzido um ensaio de digestibilidade, com coleta total de fezes, utilizando-se três animais Nelore com fístulas ruminais, em um delineamento 3x2.

Os animais foram alocados em baias individuais durante o período de adaptação e em gaiolas metabólicas durante o período de colheita. Em função do conforto, da segurança e para adequada recuperação dos animais, foram eventualmente adotados períodos de descanso entre as colheitas, fora das gaiolas, feitos em piquetes vegetados e com sombra.

4.4.2 Procedimentos

O valor para energia metabolizável (EM) das rações foi obtido considerando-se que 1 kg de NDT contém 4,409 Mcal de energia digestível (ED) e o fator 0,82 para a conversão de ED a EM (NRC, 1996). Não foram feitas correções para nível de consumo para manter a mesma metodologia de Garret & Johnson (1983) que utilizou níveis de consumo próximos aos de manutenção.

As colheitas de alimentos, das sobras e das fezes foram realizadas durante o período de colheita, para mensurar a ingestão e a digestibilidade aparente da dieta. As fezes dos animais foram colhidas durante cinco dias, com os animais recebendo alimentação *ad libitum* e adaptados à ração. As amostras de fezes foram colhidas no chão após a defecação, representando cerca de 10% do total de fezes excretadas durante um período de 24 horas. As

amostras foram homogeneizadas, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -10°C para análise química posterior.

No mesmo período de coleta das fezes foi feita a amostragem do alimento total oferecido e também das sobras, que também foram congeladas a -10°C para análise posterior.

Após o descongelamento, as amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C , durante 48 horas, sendo posteriormente moídas em peneira de 2 mm, retirando-se uma sub amostra para análise bromatológica, conforme Silva (1998).

Uma segunda sub amostra das dietas foi utilizada para a incubação *in vitro* para determinação da FDN e FDA indigestíveis, com tempo de incubação de 144 horas, de acordo com Berchielli et al. (1996).

4.4.3. Degradabilidade ruminal *in situ*

A degradabilidade ruminal *in situ* das amostras das dietas ou da silagem de milho foi realizada de acordo com a técnica apresentada por Ørskov & McDonald (1979), utilizando sacos de náilon da marca Ankon (Ankon Technology) nas dimensões de 8,0 x 16,0 cm e malha de 50 micrômetros.

Os sacos continham 5 g das amostras, moídas em moinhos com peneiras de 2 mm. Os sacos foram introduzidos no rúmen às 7 horas, antes do fornecimento da refeição matutina. A retirada foi em ordem seqüencial, extraindo-se o conjunto de três sacos nos tempos de 6, 12, 24 e 48 horas após serem introduzidos no rúmen.

Os sacos foram lavados em água corrente e secos em estufa de circulação forçada a 65°C . Os resíduos foram moídos em moinho com peneira de 1mm, reunidos por animal e horários e acondicionados em frascos de vidro.

Com o objetivo de se determinar a fração solúvel, realizou-se a lavagem em água corrente de três sacos preenchidos e lacrados pelo mesmo processo, de forma similar ao procedido com os sacos incubados.

As equações para o desaparecimento da MS foram estimadas com o uso do programa Statistic Analysis System (SAS, 1989), sendo a degradação efetiva (DE) da MS dos alimentos estimadas utilizando-se os modelos de Ørskov & McDonald (1979).

Para determinação da DE após o último tempo de incubação foi adotada a taxa de degradação entre o último intervalo estudado como constante até o tempo presumível para o desaparecimento total do alimento no rúmen, aplicando-se então a fórmula para o cálculo da fração efetivamente degradada após 48 horas:

$$DE = [(100 - DEG48) \cdot (\exp(-k_p \cdot t_{48}) + \exp(-k_p \cdot t_{100})) / 2]$$

Onde: DEG48 é a degradação do nutriente até 48 horas de incubação, k_p é a taxa de passagem, t_{48} é o último horário de incubação (48 horas) e t_{100} é o tempo de incubação presumível para o desaparecimento total do nutriente no rúmen, adotando-se a taxa de digestão no último intervalo de incubação como constante.

4.4.4. Digestibilidade *in vitro*

Foram pesados 2 g de amostras, secas e moídas de cada tratamento, para as dietas e o volumoso utilizado (silagem de milho). Foi coletado líquido ruminal dos animais adaptados aos tratamentos e filtrado em gase após a colheita, sendo mantido em garrafa térmica até seu uso no laboratório.

Uma alíquota de 10 mL de líquido ruminal foi transferida para os tubos de digestão onde estavam as amostras, sendo adicionado a cada tubo 40 mL de saliva artificial. A incubação foi conduzida por 48 horas, usando-se um banho Maria mantido a 40°C.

Os tubos foram agitados para homogeneização, sendo adicionado gás carbônico três vezes ao dia, para eliminação do oxigênio. Após esse período foi adicionado 5 mL de pepsina ácida a 4% e 2 mL de ácido clorídrico a 40%, sendo mantidos as mesmas condições.

Após 48 horas o resíduo da digestão foi filtrado em cadinho previamente pesado e levados para estufa com ventilação forçada por 3 dias a 65 C. Após esse período foram pesados e os valores obtidos pela fórmula:

$$DIVMS = 100 \times \frac{\text{g MS amostra} - (\text{g MS resíduo} - \text{g MS do branco})}{\text{g MS amostra}}$$

4.4.5. Determinação da cinética ruminal

Para determinação do volume ruminal, da taxa de passagem líquida e do “turnover” (fluxo líquido por kg de matéria seca consumida por hora) e taxa de passagem líquida, foi usada a técnica de Hyden (1959), tendo como marcador da fase líquida o polietilenoglicol com peso molecular 4000 (PEG-4000).

Foram diluídos 250 mg de PEG em 500 mL de água destilada e armazenados em frascos de boca larga para agilidade na introdução do líquido no rúmen via cânula, antes da alimentação. Foram colhidas amostras de 50 mL do líquido ruminal para análises nos horários de 1,5 h, 3h, 6h, 12h e 24 horas, sendo que a colheita do horário 0 h foi realizada antes da alimentação.

As amostras foram armazenadas em frascos de vidro, fechados e mantidas a -20°C para posterior análise. As amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e centrifugadas a 3500 rpm durante 10 minutos. Uma alíquota de 2 mL foi adicionada a 10mL de água destilada, com adição de 1 mL de cloreto de bário a 10%, 2 mL de hidróxido de bário 0,3 N e 2 mL de sulfato de zinco a 5%. A mistura permaneceu em repouso por cerca de 5 minutos e depois centrifugada a 3500 rpm durante 10 minutos.

Procedeu-se a turvação do PEG por adição de 5 mL da solução de ácido tricloroacético a 30% e cloreto de bário a 5% ao sobrenadante diluído em diferentes proporções com água destilada de acordo com a hora da colheita. Após 5 minutos foram feitas as leituras de absorbância em espectrofotômetro, ajustado para um comprimento de onda de 500nm.

Os valores de absorbância, corrigidos para as diluições, foram utilizados para calcular as concentrações de PEG em mg/ mL, através de equações de regressão linear obtidas a partir da calibração do aparelho com diferentes concentrações de solução padrão, com um R^2 de 0,99 para a curva padrão.

A taxa de passagem de líquido, em porcentagem por hora, foi calculada através da regressão linear do logaritmo natural da concentração do PEG em função do tempo.

O volume do líquido ruminal, em litros, foi estimado através da extrapolação da concentração inicial (zero hora) e a dosagem do marcador. Esses dados ainda foram utilizados para calcular o fluxo líquido por hora (L/ h) e o fluxo líquido por kg de matéria seca consumida por hora.

4.4.6 Protozoários ciliados ruminais

Para a quantificação e identificação dos protozoários ciliados ruminais foram utilizados os mesmos três novilhos da raça Nelore, portadores de cânulas ruminais, com um delineamento experimental em quadrado Latino 3x3.

Cada período experimental foi dividido em um período de adaptação às dietas com duração média de 9 dias e um período de colheita com 5 dias de duração.

Foram realizadas colheitas de líquido ruminal para determinação dos protozoários ciliados do rúmen e pH imediatamente antes da alimentação e nos horários 2, 4 e 6 horas após alimentação.

A amostragem foi feita utilizando-se uma bomba a vácuo, colhendo e homogeneizando-se aproximadamente 40 mL de líquido ruminal, que foi sub-amostrado para análises de pH e protozoários ciliados.

Uma alíquota de 10 mL de líquido ruminal foi transferida para frascos de vidro com 10 mL de formaldeído a 37%. As coletas foram realizadas em dois horários, sendo a primeira coleta antes da alimentação (0 h) e a segunda coleta realizada 4 horas depois da primeira (4 h).

As determinações foram executadas seguindo a metodologia proposta por Dehority & Purser (1970) para determinação das curvas de aparecimento dos gêneros de ciliados, utilizando câmara de contagem de Sedgwick-Rafter com capacidade de 1mL.

Para as contagens foi utilizado um microscópio ótico comum provido de retículo com área de $0,4362 \text{ mm}^2$.

4.4.7 Medidas de pH ruminal

Logo após as amostragens, foi mensurado pH das amostras do líquido ruminal utilizando um peagâmetro digital de bancada. O equipamento foi calibrado diariamente com soluções padrão, sendo realizadas as medidas até uma leitura constante dos valores.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.5.1 Delineamento experimental do confinamento

Os animais foram confinados em baias coletivas, sendo doze animais por baia, com alimentação individual através de portões eletrônicos do tipo Calan gate. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com arranjo fatorial 3X2. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos GLM e MIXED do programa SAS (SAS, 1989).

4.5.2 Delineamento experimental do ensaio de digestibilidade

No delineamento experimental foram adotados quadrados latinos com três animais, com uso de indicador e com animais Nelore fistulados.

Foram realizados dois Quadrados Latinos 3x3, sendo que em cada quadrado avaliou-se um tipo de milho. Os resultados foram analisados através do procedimento MIXED do programa SAS, sendo avaliadas as interações entre nível de concentrado x milho e tratamentos x tempo.

Foi realizada análise de correlação entre pH, gêneros de protozoários e número total de protozoários, pelo procedimento CORR do mesmo programa. Adotou-se o nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

4.5.3 Desempenho animal e características de carcaça

Para o estudo da ingestão de alimentos, das taxas de deposição de tecidos, composição da carne será adotado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Onde: Y_{ij} = j-ésima observação referente ao i-ésimo tratamento;

μ = média geral; T_i = efeito do i-ésimo tratamento (milho normal e alto óleo com 3 níveis de milho no concentrado); e_{ij} = erro inerente a cada observação $\sim$ NID (0, δ^2_e).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES BROMATOLÓGICAS DAS RAÇÕES E DIETAS

As dietas foram analisadas para determinação de sua composição bromatológica e comparação à estimativa inicial dos valores dessas mesmas dietas, feita com a utilização do programa RLM® (Lanna et al., 1999).

Os resultados obtidos pelas análises bromatológicas das seis dietas utilizadas estão apresentadas na Tabela 7. As análises comparativas dos valores obtidos no ensaio de digestibilidade com aqueles estimados pelo programa RLM®, estão apresentados na Tabela 8.

Observa-se uma variação nas estimativas dos resultados de NDT, que apresentaram nas análises valores menores que os estimados inicialmente, principalmente para as dietas com 25% e 55% de milho. Houve também variação entre os valores estimados e analisados para EE e para PB nas dietas, com os resultados das análises apresentando valores acima do estimados inicialmente.

A variação no NDT bem como outras variações presentes pode ser explicada pelo fato das análises serem feitas na dieta efetivamente consumida, sabendo-se que ocorre algum tipo de seleção da dieta pelos animais.

Tabela 7. Resultados médios obtidos nas análises bromatológicas de amostras das dietas utilizadas nos tratamentos durante o confinamento.

NÍVEIS ⁽¹⁾ DE MILHO	TRATAMENTOS					
	25		40		55	
TIPO ⁽²⁾ DE MILHO	MC	MAO	MC	MAO	MC	MAO
FB	16,36	16,11	13,22	13,75	10,54	10,22
PB	12,35	12,08	12,91	13,12	14,45	14,57
EE	3,16	3,28	3,27	4,15	4,12	5,06
MM	4,62	5,24	4,25	4,98	4,90	4,48
ENN	63,51	63,29	66,35	64,00	65,99	65,67
FDN	39,28	39,11	33,23	34,58	30,35	29,20
FDA	24,68	24,91	20,40	22,08	18,86	17,80

⁽¹⁾ níveis de inclusão de milho grão nas dietas.

⁽²⁾ MC = milho comum, MAO = milho alto óleo.

Resultados base 100% MS

Tabela 8. Resultados dos valores obtidos no ensaio de digestibilidade e valores estimados na formulação pelo RLM®.

NÍVEIS ⁽¹⁾ DE MILHO	TRATAMENTOS					
	25		40		55	
	MC	MÃO	MC	MAO	MC	MAO
TIPO ⁽²⁾ DE MILHO						
NUTRIENTES ANALISADOS, %						
NDT *	61.49	65.67	70.83	72.24	65.45	67.69
EE	3,16	3,28	3,27	4,15	4,12	5,06
PB	12,35	12,08	12,91	13,12	14,45	14,57
NUTRIENTES ESTIMADOS (RLM ®), %						
NDT *	68,77	69,67	72,34	73,78	75,94	77,92
EE	3,18	3,61	3,37	4,05	3,56	4,50
PB	12,27	12,27	12,98	12,98	13,80	13,80

* Estimado.

⁽¹⁾ níveis de inclusão de milho grão nas dietas.

⁽²⁾ MC = milho comum, MAO = milho alto óleo.

Resultados base 100% MS

A avaliação das sobras dos cochos mostrou que, nas dietas com menor proporção de concentrado houve uma sobra maior de volumoso, notadamente as partes mais longas e grosseiras da silagem. Com aumento da proporção de concentrado nas dietas, houve um maior consumo de volumoso e assim, uma maior sobra de concentrado no cocho, mostrando alguma seletividade das dietas pelos animais.

5.2 DIGESTIBILIDADE E DEGRADABILIDADE DAS DIETAS

As médias dos coeficientes de digestibilidade das dietas do presente experimento estão apresentadas na Tabela 9 e os gráficos com esses dados são apresentados na Figura 2.

Não houve um efeito significativo ($P>0,15$) da interação entre níveis de milho e do tipo de milho para as variáveis estudadas. Entretanto pode-se observar uma diminuição nos valores de digestibilidade da matéria seca, da fibra e do extrativo não nitrogenado e, portanto, dos valores de NDT, quando comparados os tipos de milho e os níveis, principalmente 40% e 55%.

A digestibilidade da fibra mostrou uma tendência de decréscimo com o aumento no nível de milho nas dietas. A digestibilidade foi menor nas dietas que utilizaram o milho alto óleo quando comparadas àquelas usando milho comum, o que mostra uma alteração importante na digestão da fibra com o uso do milho com essa característica. Os menores valores observados podem ser explicados pela diminuição da população de protozoários, conforme contagem das populações dos diferentes gêneros.

Para os valores de digestibilidade da proteína bruta, houve um aumento nos coeficientes acompanhando o aumento nos níveis de inclusão de milho. Isso pode ser observado para os dois tipos de milho, não havendo, entretanto, diferenças para tipo de milho.

Tabela 9. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), da fibra bruta (DFB), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), do extrativo não nitrogenado (DENN) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em porcentagem, nas dietas de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO COMUM			MILHO ALTO ÓLEO			Erro Padrão
	25	40	55	25	40	55	
DMS	60.83	68.03	65.74	62.63	68.03	65.54	4,30
DFB	60.18	61.79	56.04	57.43	57.67	56.94	4,22
DPB	58.53	68.70	73.00	61.13	69.40	69.62	2,44
DEE	56.63	61.51	55.03	61.12	59.16	55.77	7,59
DENN	61.12	74.66	66.16	55.90	72.20	66.20	5,05
NDT	61.49	70.83	65.45	65.67	72.24	67.69	4,82

Não houve efeito significativo dos níveis de milho na dieta sobre as frações de degradabilidade da MS da silagem de milho ($P>0,22$).

De forma semelhante, Berchielli et al. (1996), utilizando três níveis de inclusão de grãos, não obtiveram diferença na degradação do concentrado ou do volumoso, usando como volumoso um feno de capim *Coastcross*.

Figura 2. Gráficos dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), da fibra bruta (DFB) e do extrato etéreo (DEE), em porcentagem, nas dietas de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Embora não observada diferença estatisticamente significativa ($P>0,64$) para DMS, observam-se tendências interessantes nos resultados quando analisados os gráficos desses dados. O coeficiente de DMS aumentou quando houve um aumento do milho nas dietas de 25% para 40%, alcançando seu maior valor nesse ponto e iniciando uma queda quando passou para 55%.

Os coeficientes de DFB para o milho alto óleo foram semelhantes ($P<0,04$) nos diferentes níveis de inclusão de milho nas dietas. Para o milho comum os valores foram superiores aos do milho alto óleo até 40% de inclusão de milho nas dietas. Com o aumento para 55%, os valores de DFB para o milho comum caíram consideravelmente, passando a valores semelhantes aos do milho alto óleo.

Os coeficientes de DEE nas dietas com milho alto óleo tiveram uma clara tendência de diminuição com o aumento nos níveis de inclusão de milho. Os valores mais baixos, tanto para DFB como para DEE, para os dois tipos de milho, foram observados com 55% de inclusão de milho.

A degradabilidade da matéria seca da silagem e a degradabilidade das frações FDA e FDN da silagem, estão apresentadas respectivamente na Tabela 10 e na Tabela 11.

Tabela 10. Médias das frações de degradabilidade da MS da silagem de milho usada em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO COMUM			MILHO ALTO ÓLEO			EP
	25	40	55	25	40	55	
a ⁽¹⁾ *	23,55	23,70	25,43	25,06	26,01	25,28	0,33
b	50,37	49,40	59,69	51,68	51,69	50,29	3,80
c	0,08	0,11	0,07	0,07	0,07	0,09	0,01
DP ⁽²⁾	73,92	73,10	85,13	76,73	77,70	75,57	3,63
De 2 ⁽³⁾	62,20	62,74	69,69	65,06	66,21	65,29	2,49
De 5	52,56	53,83	57,94	55,07	56,27	56,20	1,74
De 8	46,94	48,46	51,29	49,12	50,30	50,59	1,38

* Efeito para tipo de milho ($p<0,05$).

⁽¹⁾ a = fração prontamente digerível. b = fração potencialmente digerível. c = fração indigerível

⁽²⁾ DP = degradabilidade potencial. ⁽³⁾ De = degradabilidade nas taxas de passagem 2%, 5% e 8%.

Tabela 11. Médias das frações de degradabilidade da FDN e FDA da silagem de milho incubada em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

FDA							
Variáveis	MILHO COMUM			MILHO ALTO ÓLEO			EP
	25	40	55	25	40	55	
a ^(*) (1)	9.63	9.20	10.32	12.36	10.82	11.88	0,52
b ^(*)	69.72	75.27	63.48	59.57	59.91	48.23	5,01
c	0.06	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0,005
DP ⁽²⁾	79.34	84.47	73.80	71.92	70.73	60.11	4,69
De 2 ⁽³⁾	54.76	52.16	48.43	59.12	65.04	58.12	3,00
De 5	42.30	39.84	38.78	44.48	49.50	45.52	1,96
De 8	36.65	40.74	38.28	35.60	33.40	33.19	1,46

FDN							
Variáveis	MILHO COMUM			MILHO ALTO ÓLEO			EP
	25	40	55	25	40	55	
a ⁽¹⁾	12.53	12.03	14.09	13.92	13.50	13.68	0,36
b ^(*)	70.69	77.90	69.65	65.73	54.15	44.04	5,00
c ^(**)	0.09	0.08	0.09	0.04	0.08	0.12	0,01
DP ^(*) (2)	83.22	89.93	83.73	79.65	67.65	57.72	4,74
De 2 ^(*) (3)	65.61	72.45	68.30	50.88	53.20	48.55	3,10
De 5 ^(*)	51.71	57.59	55.52	37.40	42.80	41.20	2,54
De 8 ^(*)	43.79	48.72	47.88	31.30	37.08	36.79	2,24

* Efeito para tipo de milho ($P < 0,05$). ** Efeito para níveis de milho ($P < 0,05$).

⁽¹⁾ a = fração prontamente digerível. b = fração potencialmente digerível. c = fração indigerível

⁽²⁾ DP = degradabilidade potencial. ⁽³⁾ De = degradabilidade nas taxas de passagem 2%, 5% e 8%.

No presente experimento o uso de milho com alto teor de óleo não alterou significativamente a degradação da matéria seca da silagem de milho, embora diversos trabalhos apontem que o aumento da concentração de grãos na dieta pode causar redução na população de microrganismos fibrolíticos.

Quanto ao efeito de milho, apenas a fração “a” sofreu efeito do tipo de milho ($P<0,04$), sendo que as dietas com milho com alto teor de óleo proporcionaram maior valor da fração solúvel da silagem que as dietas com milho comum.

Embora não observados efeitos significativos ($P>0.65$) das dietas sobre a degradabilidade da MS da silagem nos diferentes tratamentos, os valores das estimativas de taxa de passagem para as taxas de 2%, 5% e 8%, apresentaram-se maiores nas dietas contendo milho alto óleo em relação às dietas usando milho comum.

Isso seria consequência da redução do pH ruminal, de 6,6 para 6,48 nas dietas com milho comum e de 6,49 para 6,1 nas dietas com milho alto óleo, favorecendo ao mesmo tempo um aumento na população de microrganismos que degradam concentrados e uma diminuição na população de microrganismos responsáveis pela degradação de volumosos.

Os dados obtidos para a degradabilidade da FDN e FDA da silagem de milho, mostram um aumento ($P>0,08$) nos valores da fração “a” e uma diminuição ($P<0,05$) na fração “b” para o milho alto óleo, quando comparado ao milho comum. Com o aumento dos níveis de inclusão de milho nas dietas, houve um aumento ($P<0,05$) na degradabilidade na fração “c” bem como uma diminuição ($P<0,05$) da fração “b”.

Houve uma queda significativa ($P<0,03$) na degradabilidade potencial dessas frações com a utilização do milho alto óleo.

De modo inverso ao FDA, na análise da degradabilidade da FDN da silagem nos diferentes tratamentos, os valores das estimativas de taxa de passagem para 2%, 5% e 8%, apresentam-se diferenças significativas ($P<0,02$), sendo em média 26% menores nas dietas contendo milho alto óleo em relação às dietas usando milho comum.

Para alguns autores, adição de lipídios na dieta reduz a degradação da fibra dietética pelo fato dos lipídios serem tóxicos às bactérias fibrolíticas e aos protozoários (Bauman et al., 1999; Jenkins, 1993). Por outro lado, Valinote et al. (2003), não encontraram interferência na degradação da matéria seca do volumoso utilizando como fonte de lipídios o caroço de algodão.

5.3 CINÉTICA RUMINAL

No presente experimento, os níveis de milho não influenciaram de maneira estatisticamente significativa o volume ruminal, a taxa de passagem de líquidos e o *turnover* ruminal ($P>0,19$). Os valores obtidos para as estimativas da cinética líquida ruminal são apresentados na Tabela 12 e na Figura 3.

Tabela 12. Médias dos valores de volume ruminal (VL), taxa de passagem líquida (TPL) e do fluxo de líquido por matéria seca ingerida por hora (*“turnover”*) em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO COMUM			MILHO ALTO ÓLEO			EP
	25	40	55	25	40	55	
VL, L	44,78	51,68	46,63	49,11	53,20	53,55	3,38
TPL, L x h ⁻¹ , ⁽¹⁾	6,65	6,54	5,88	7,68	7,69	6,24	0,23
Turnover, ⁽¹⁾	1,60	1,57	1,41	1,84	1,84	1,50	0,05

⁽¹⁾ Efeito para tipo de milho ($P<0,05$).

Para Passini et al. (2003), os valores para taxa de passagem líquida tiveram uma média de 6,6%/hora. Os autores observam que dados de literatura apresentam valores entre 8,5% e 10,9% /hora.

Rodrigues (1996) observou diminuição de 23,9% na taxa de passagem de líquidos quando aumentou a proporção de concentrado na dieta de 30% para 60%. Essa diminuição também ocorreu no presente trabalho, mesmo não significativa ($P>0,63$), sendo de 11,5% para o milho comum e de 18,7% para dietas com milho alto óleo.

Houve um aumento significativo ($P<0,04$) na taxa de passagem líquida por hora quando se utilizaram dietas de milho com alto óleo comparadas ao milho comum. Se considerarmos os valores das médias da taxa de passagem líquida, esses valores estão próximos aos apresentados por Clary et al. (1993) e Passini et al. (2003). Os dados obtidos no presente trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por Chalupa (1977).

Figura 3. Gráficos dos valores de volume ruminal (VL), taxa de passagem líquida (TPL) e do fluxo de líquido por matéria seca ingerida por hora (“turnover”) em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

As menores taxas de passagem observadas nas dietas com maior proporção de concentrados podem estar relacionadas à taxa de diluição da fase líquida. Essa taxa é maior para os animais que recebem dietas mais volumosas do que aqueles que recebem dietas mais concentradas. O aumento dos níveis de concentrado nas dietas favoreceu a redução da taxa de passagem líquida para os dois tipos de milho.

Não houve diferença ($P>0,35$) do volume ruminal quando se utilizaram dietas usando milho com alto teor de óleo. Essa observação está de acordo com o apresentado por Valinote et al. (2003) e Ruy et al. (1996), que não encontraram diferenças significativas no volume ruminal quando adicionaram lipídios à dieta de novilhos.

Embora mostrando baixos valores de R^2 , foram obtidas as equações de regressão para taxa de passagem líquida e o fluxo de líquido por matéria seca ingerida por hora (*turnover*), mostrando um valor maior para o tratamento com utilização de milho com alto teor de óleo em relação aos tratamentos com milho comum. As equações são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13. Equações de regressão e R^2 para taxa de passagem líquida (TPL) e do fluxo de líquido por matéria seca ingerida por hora (*Turnover*) em novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO COMUM	MILHO ALTO ÓLEO	R^2
TPL, L x h ⁻¹	Y = 7,83-0,0368 x	Y = 8,67-0,0368 x	0,4314
<i>Turnover</i>	Y = 1,88-0,0089 x	Y = 2,08-0,0089 x	0,4287

5.4 DESEMPENHO ANIMAL E RENDIMENTO DE CARCAÇA

Estão apresentados na Tabela 14 e na Figura 4, os resultados obtidos para as médias de peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca em quilos por dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMS, %PV) e em gramas por quilo de peso

metabólico (CMS, g/ kgPV^{0,75}) e eficiência alimentar (EA) em função do tipo de milho e níveis na dieta total.

Foram observados efeitos estatísticos ($P < 0,05$) do tipo de milho e dos níveis destes na dieta apenas para a interação entre milho comum e níveis de inclusão e para a interação entre milho alto óleo e níveis de inclusão.

Não houve diferença estatística para tipo de milho ($P > 0,37$) ou para os níveis de inclusão ($P > 0,42$) quando considerados apenas o peso vivo inicial, peso vivo final, consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo ou em gramas por quilo de peso metabólico e para eficiência alimentar.

Tabela 14. Médias obtidas para peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca em quilos por dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMS, %PV) e em gramas por quilo de peso metabólico (CMS, g/kgPV^{0,75}) e eficiência alimentar (EA) em novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
PVI, (kg)	437,8±15	442,5±15	449,2±16	436,2±16	435,3±16
PVF, (kg)	517,5±17	520,7±17	524,9±18	517,0±18	515,4±18
GMD ⁽³⁾ (kg/dia)	0,96±0,1	0,9±0,1	0,91±0,1	0,97±0,1	0,96±0,1
CMS ⁽⁴⁾ (kg/dia)	8,17±0,3	8,43±0,3	8,64±0,3	8,11±0,3	8,14±0,3
CMS, (%PV)	1,71±0,1	1,75±0,1	1,78±0,1	1,71±0,1	1,71±0,1
CMS, (g/kg PV ^{0,75})	80,0±2	82,0±2	83,4±2	79,6±2	80,0±2
EA ⁽⁵⁾	0,12±0,1	0,11±0,1	0,10±0,1	0,12±0,1	0,12±0,1

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum. ⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

⁽³⁾ Interação 1: MC x Níveis ($P < 0,04$); ⁽⁴⁾ Interação 2: MAO x Níveis, $P < 0,05$;

⁽⁵⁾ EA = eficiência alimentar = kg de ganho de peso diário / kg de matéria seca ingerida.

Embora não tenham sido estatisticamente diferentes, pode-se observar no presente trabalho um maior GMD e um menor CMS para os animais que consumiram as dietas com milho alto óleo, mostrando uma melhor eficiência alimentar (EA) para os animais utilizando dietas com esse milho.

Figura 4. Gráficos do ganho médio diário (GMD) em kg/dia, consumo de matéria seca (CMS) em kg/dia e de eficiência alimentar (EA) em novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Houve interação significativa para GMD ($P < 0,04$) e para CMS em quilos por dia ($P < 0,05$). Para GMD, não houve efeito de níveis para milho alto óleo, enquanto que para milho comum houve efeito linear ($P < 0,05$). Para CMS em quilos por dia, houve interação de níveis de inclusão para o milho alto óleo.

A adição de milho com alto óleo nas dietas de novilhos em terminação, avaliada nos trabalhos de Duckett et al. (2002) e de Eibs et al. (2000), não causou diminuição no consumo de MS entre os tratamentos utilizados.

Autores com trabalhos sobre os fatores condicionantes do consumo (Owens & Goetsch, 1988; Dukes, 1996), sugerem que os animais controlam a ingestão de matéria seca pela manutenção de níveis constantes da ingestão de energia metabolizável. A quantidade de energia nas dietas de bovinos em terminação apresenta relação com os fatores ligados à produção e qualidade da alimentação, como ingestão de matéria seca total, ganho de peso diário, conversão alimentar, espessura de gordura de cobertura e marmorização.

Krehbiel et al. (2006) constataram que a ingestão total de matéria seca de bovinos de corte confinados apresenta relação linear com a concentração energética da dieta, diminuindo com o aumento da densidade energética da dieta acima de 2,66 Mcal/kg MS. Observaram uma diminuição da ingestão de matéria seca na ordem de 0,89% para cada 1 Mcal elevada na energia metabolizável da dieta.

Trabalhando com dados de um total aproximado de 14.000 animais Plegge et al. (1984) encontraram valores próximos de 2,47Mcal/ kg MS na dieta para uma máxima ingestão de matéria seca.

Silva et al. (2002) alimentaram novilhos Nelore na fase de terminação (360 - 450 kg de PV) com níveis de 20, 40, 60 e 80% de concentrado na dieta total, não verificando diferenças entre os tratamentos para consumo, ganho médio diário e eficiência alimentar. Os valores de consumo obtidos por esses autores (1,8% PV), foram semelhantes aos do presente trabalho, com uma diminuição nos valores de consumo de matéria seca em função do aumento da participação do milho nas dietas.

Os valores obtidos para consumo de matéria seca no presente experimento, entre 1,71% e 1,78% do PV, podem ser considerados baixos quando comparados ao consumo médio esperado para animais confinados.

Para explicar esse baixo consumo de matéria seca dos animais, pode-se considerar o amido presente nas dietas. Neste experimento o volumoso foi uma silagem de milho, que também fornecia carboidratos na forma de grãos. Essa presença de grãos na silagem, aumentando o aporte de amido e aliada aos níveis crescentes de milho, levou a um menor consumo e uma menor degradabilidade potencial da fração fibrosa nas dietas.

Em seu trabalho, Mertens (1992) relatou que uma redução excessiva na quantidade da fração fibrosa da dieta de ruminantes poderia ser prejudicial para a digestibilidade total dos alimentos. A fibra é fundamental na manutenção do ambiente ruminal em condições próximas do seu ótimo, pela estimulação à ruminação e produção de saliva, mantendo o pH ruminal mais estável.

Andrae et al. (2000) alimentaram novilhos cruzados com uma dieta com alto concentrado (82% de milho em base seca) e também não observaram diferenças para GMD (1,93 vs. 2,05 kg/dia) e EA (0,178 vs. 0,175) entre os grupos alimentados com milho alto óleo e com milho comum. Entretanto, verificaram que animais recebendo milho alto óleo tiveram um menor consumo de matéria seca.

A estimativa dos valores de ingestão de energia metabolizável (Mcal/dia) foi maior ($P>0,63$) para os animais recebendo dietas com milho alto óleo.

Os valores estimados de energia metabolizável das dietas, bem como as estimativas de ingestão de energia metabolizável para este experimento são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Resultados dos valores estimados de energia metabolizável (EM) das dietas em Mcal/ kg MS e de ingestão de energia metabolizável (IEM) em Mcal/ dia.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
EM (Mcal/ kg MS)	2,47	2,38	2,29	2,58	2,41
IEM (Mcal/ dia)	20,17	20,06	19,78	20,92	19,61

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum.

⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Quando analisados os dados de ganho de peso por período de pesagem dos animais no confinamento, realizados a cada 28 dias, observa-se que houve uma queda marcante no ganho de peso dos animais para todos os tratamentos dentro do período Per 2, como mostrado na Figura 5.

Figura 5. Valores de ganho de peso (GP), em kg/dia, por períodos de 28 dias, dos animais Nelore durante o confinamento.

Esses valores muito baixos de ganho de peso diário no período Per 2 foram causados por uma diminuição acentuada no consumo das dietas. Nesse período o consumo foi restringido em função da alteração nas condições ambientais.

As condições de acesso aos cochos e de conforto no piso para ruminação tornaram-se desfavoráveis devido a alta precipitação pluviométrica durante dez dias, levando a formação de barro nos piquetes, com aumento na competição pela cobertura e pelo piso revestido, deprimindo o consumo de matéria seca, para todos os tratamentos. Com um menor consumo de fibra durante esse período de confinamento, a produção de ácidos no rúmen teria aumentado. Para autores como Owens & Goetsch (1988) e Stock (1998), isso poderia acarretar em uma acidose subclínica, levando a uma variação no consumo de matéria seca e redução no ganho de peso.

Após o abate dos animais no frigorífico, os valores obtidos nas pesagens das carcaças quentes foram comparados com as pesagens das carcaças frias. Os rendimentos de carcaça foram obtidos em função do peso da carcaça quente, sendo também corrigidos para as pesagens após resfriamento das carcaças. Utilizou-se um fator de correção no peso da carcaça fria (PC Fria) para a obtenção do peso de carcaça corrigido (PC cor). Assim, temos que:

$$PC \text{ cor} = PC \text{ Fria} \times 1,015.$$

Na Tabela 16 são apresentados os dados de peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça corrigido (PC cor), rendimento de carcaça quente (RCQ) e rendimento de carcaça quente corrigido (RC cor), de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Tabela 16. Médias obtidas para peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça corrigido (PC cor), rendimento de carcaça quente (RCQ) e rendimento de carcaça quente corrigido (RC cor), de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
PA, kg	517,5±17	520,7±17	524,9±18	517,0±17	515,4±17
PCQ, kg	270,6±8	275,8±8	275,7±7	272,6±8	271,7±8
RCQ, %	52,28	52,96	52,52	52,72	52,71
PC cor. ⁽³⁾ , kg	274,8±7	279,97±8	279,80±8	276,68±8	275,79±7
RC cor. , %	53,23	53,77	53,46	53,51	53,53

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum.

⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

⁽³⁾ PC cor. = PC Fria x 1,015. RC cor. = PC Fria / PA

Nas condições do presente experimento, novilhos Nelore alimentados com milho alto óleo apresentaram o mesmo desempenho que aqueles alimentados com milho grão comum, não havendo influência de níveis de grãos na dieta sobre características de desempenho.

São apresentados na Tabela 17 os resultados obtidos das médias para as características físicas de qualidade da carne, medidas no *Longissimus dorsi* após o abate, em função do tipo de milho e dos níveis deste na dieta total.

Não foram observados efeito de tipo de milho ($P>0,17$) ou de níveis de inclusão de milho nas dietas ($P>0,12$) sobre nenhum dos parâmetros avaliados de característica de carcaça.

Tabela 17. Médias obtidas para área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura (EG) e pH e temperatura de carcaça a 1 hora (pH 1h e T°C 1h) e a 24 horas (pH 24h e T°C 24h) após o abate em novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
AOL, cm ²	71,0±1,62	70,4±1,54	70,7±1,95	69,5±1,88	71,9±1,95
EG, mm	4,9±0,41	5,7±0,39	5,6±0,50	5,2±0,48	5,1±0,50
pH 1h	6,5±0,04	6,6±0,04	6,5±0,06	6,5±0,05	6,6±0,05
pH 24h	5,4±0,04	5,5±0,04	5,4±0,05	5,4±0,05	5,5±0,05
T 1h, °C	31,0±0,51	31,0±0,50	31,0±0,63	31,6±0,61	30,4±0,61
T 24h, °C	5,5±0,15	5,5±0,15	5,5±0,19	5,6±0,18	5,3±0,18

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum.

⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Os dados do presente trabalho são semelhantes aos apresentados por Silva et al. (2002) que observaram que a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea não foram influenciadas pelos níveis de concentrado na dieta, apresentando valores de 82,49 cm² e 4,09 mm, respectivamente.

Segundo os autores, a possível explicação para aqueles valores seria o bom valor nutritivo do volumoso utilizado, que teria proporcionado um adequado valor nutricional às dietas, inclusive aquelas com menos concentrado.

O mesmo pode ter ocorrido no presente estudo, no qual foi utilizado um volumoso de alto valor nutricional (silagem de milho) e onde o NDT estimado das dietas apresentou valores entre 68,77 e 77,92%.

Andrae et al (2001) alimentaram novilhos cruzados com uma dieta com alto concentrado (82% de milho em base seca) e também não observaram diferenças para peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo entre os grupos alimentados com milho alto óleo e com milho comum.

Os dados de AOL obtidos no presente estudo são consistentes com os valores apresentados no trabalho de Macedo et al. (2001).

Nas condições deste experimento, os novilhos Nelore alimentados com milho alto óleo apresentaram o mesmo desempenho que aqueles alimentados com milho grão comum ($P>0,49$), não havendo também diferenças entre níveis de grãos na dieta ($P>0,58$) sobre as características de carcaça avaliadas.

Os valores de espessura de gordura nas carcaças, embora não diferindo estatisticamente ($P>0,18$), tiveram uma tendência à diminuição com utilização do milho alto óleo e também com aumento da participação de grãos nas dietas.

Os resultados de desempenho apresentados por animais Nelore no presente trabalho podem ter sido condicionados pela proporção de amido relativamente alta nas dietas com maior concentrado e que utilizaram silagem de milho como volumoso.

Os resultados apresentados por Putrino (2002), avaliando o efeito de diferentes proporções de concentrado (20, 40, 60 ou 80%) na dieta de tourinhos Nelore e Brangus, usando como volumoso também uma silagem de milho, observaram redução na ingestão de matéria seca pelos animais Nelore a partir de 46,7% de concentrado na dieta, enquanto para os animais Brangus essa redução ocorreu somente a partir de 57,76% de concentrado. Nas dietas utilizadas naquele trabalho, o milho participou em cerca de 41, 51, 64 e 77% do total da dieta.

5.5 COMPOSIÇÃO CORPORAL

As características referentes à composição física (%MS, %EE e %MM) da seção HH dos animais podem ser observadas na Tabela 18. Esses valores foram obtidos através da análise química dos cortes, sendo que os valores de %PB foram estimados por diferença de 100%.

Os resultados das análises das carcaças dos animais do presente experimento não apresentaram diferenças significativas ($P>0,45$) entre os tratamentos ou níveis. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas ($P>0,45$), os animais apresentaram níveis crescentes de %EE no músculo *Longissimus dorsi* com o aumento dos níveis de milho na dieta.

Não houve diferença significativa ($P>0,25$) para porcentagem de proteína, porcentagem de extrato etéreo ($P>0,38$) e porcentagem de matéria mineral ($P>0,38$) nas carcaças. Para os resultados da composição da seção HH não houve influência do tipo de milho ou dos níveis utilizados ($P>0,42$).

Tabela 18. Valores médios obtidos, em porcentagem, de composição em água, matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM), do corte (CCOST) entre a 9^a e a 11^a costelas de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
% ÁGUA CCOST ⁽³⁾	61,64	61,32	61,43	61,96	61,05
% MS CCOST	38,36	38,68	38,57	38,04	38,95
% EE CCOST ⁽⁴⁾	25,51	25,55	25,77	24,75	26,07
% PB CCOST ⁽⁴⁾	3,38	3,32	2,74	4,19	3,10
% MM CCOST ⁽⁴⁾	9,47	9,81	10,06	9,09	9,78

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum. ⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

⁽³⁾ CCOST = corte da seção HH da costela. ⁽⁴⁾ valores expressos na matéria seca.

Avaliando-se as correlações estatísticas existentes entre as variáveis analisadas, pode-se observar a existência de correlação positiva e significativa entre a porcentagem de água no corte e os valores de extrato etéreo no corte ($P<0,023$) e matéria mineral no corte ($P<0,001$). Esses valores de correlação para o presente trabalho concordam com os obtidos por Leme et al. (2003).

A partir das fórmulas apresentadas por Alleoni et al. (1997a; 1997b) para novilhos Nelore em confinamento, obtiveram-se as estimativas da composição em água, extrato etéreo (EE), proteína e matéria mineral (MM) do corpo vazio (CVz) dos animais deste experimento. Os resultados estão apresentados na

Tabela 19. Os valores médios estimados (kg) para a composição inicial e para a composição final do corpo vazio (CVz) estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 19. Valor médio obtido para extrato etéreo (EE) do corte entre a 9^a e 11^a costelas e estimativa, em porcentagem, da composição em água, extrato etéreo (EE), proteína e matéria mineral (MM) do corpo vazio (CVz) de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
% EE CCOST	25,51	25,55	25,77	24,75	26,07
% ÁGUA CVz	58,40	58,39	58,27	58,76	58,14
% EE CVz	20,02	20,04	20,18	19,55	20,36
% PROTEÍNA CVz	17,57	17,57	17,53	17,69	17,49
% MM CVz	4,36	4,36	4,34	4,39	4,34

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum. ⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Tabela 20. Valores médios estimados (kg) de composição inicial e composição final do corpo vazio (CVz) de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
COMPOSIÇÃO INICIAL CVz					
ÁGUA (kg)	247,08	250,27	253,54	246,50	245,98
EE (kg)	57,31	58,05	58,81	57,18	57,06
PROTEÍNA (kg)	72,99	73,93	74,90	72,82	72,67
CINZAS (kg)	18,44	18,68	18,93	18,40	18,36
ENERGIA (Mcal)	959,56	971,97	984,64	957,30	955,31
COMPOSIÇÃO FINAL CVz					
ÁGUA (kg)	274,55	276,93	277,91	276,42	272,90
EE (kg)	94,76	95,37	96,78	92,64	95,79
PROTEÍNA (kg)	80,95	81,63	81,97	81,39	80,52
CINZAS (kg)	20,50	20,69	20,76	20,65	20,39
ENERGIA (Mcal)	1353,86	1365,46	1377,93	1336,27	1362,90

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum. ⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Na Tabela 21 são apresentados os valores médios da composição do ganho e taxas de deposição no ganho vazio dos componentes químicos corporais dos novilhos Nelore.

Tabela 21. Composição do ganho e taxa de deposição dos componentes químicos corporais de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
COMPOSIÇÃO DO GANHO					
ÁGUA (%)	36,65	35,58	34,21	39,27	35,64
EE (%)	49,98	50,56	53,3	46,53	51,28
PROTEÍNA (%)	10,61	10,45	9,92	11,25	10,39
CINZAS (%)	2,75	2,71	2,57	2,95	2,68
ENERGIA (Mcal/ kg PVz)	2,87	2,86	2,89	2,84	2,90
PROTEÍNA (kg/ kg PVz)	0,106	0,104	0,992	0,112	0,104
GORDURA (kg/ kg PVz)	0,499	0,505	0,533	0,465	0,513
RENDIM. GANHO (%)	60,44	61,18	62,42	60,47	59,54
TAXA DE DEPOSIÇÃO					
ÁGUA (kg/dia)	0,327	0,317	0,290	0,356	0,320
EE (kg/dia)	0,446	0,444	0,452	0,422	0,461
PROTEÍNA (kg/dia)	0,094	0,092	0,084	0,102	0,093
CINZAS (kg/dia)	0,024	0,024	0,022	0,027	0,024
ENERGIA (Mcal/dia)	4,71	4,68	4,71	4,53	4,85

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum. ⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Para os dados de composição do ganho, os valores obtidos no presente experimento foram diferentes que aqueles citados por autores como Tedeschi et al. (2002) e Putrino (2006), para novilhos Nelore, com idade média de 23 meses e menor peso. Para esses autores os resultados foram de 54,6% e 56,9% para água, 24,7% e 21,5% para EE, 16,9% e 17,1% para proteína e 3,8% e 4,3% para matéria mineral, respectivamente.

Os valores maiores para deposição de gordura e menores para proteína e água, são compatíveis com as características dos animais utilizados, com peso vivo inicial mais altos que aqueles dos trabalhos citados. Os maiores pesos de abate dos animais do presente experimento também justificam a obtenção de maiores depósitos de gordura, visto que, à medida que o peso corporal se eleva, a concentração de gordura aumenta.

Ferreira et al. (1998) afirmaram que o nível de consumo de energia pode modificar a partição no uso da energia para produção de tecido muscular ou de tecido adiposo. A maturidade do animal é refletida pelo aumento na proporção de gordura e diminuição na proporção de proteína do corpo. Esse fato acontece com bovinos em terminação, pois à medida que ocorre aumento de peso eleva-se a concentração de gordura, decrescendo a de proteína, sendo que a gordura contém teores mais elevados de matéria seca que os músculos.

De acordo com Silva et al. (2002), o processo de crescimento é o resultado líquido de uma constante síntese e degradação dos tecidos orgânicos e não somente de simples acréscimos de água, proteína, gordura e minerais na carcaça.

O maior acúmulo de gordura por animais mais pesados e de maior idade, acarreta ao mesmo tempo um acréscimo nas exigências energéticas, já que o valor energético do ganho aumenta com a elevação do peso dos animais (Berg & Butterfield, 1979).

Lofgreen & Garrett (1968) definiram a exigência de energia líquida para ganho (ELg) como a energia depositada no ganho.

Fontes (1995) apresentou os requisitos líquidos de energia estimados para Nelore de 400 kg de PCVz sendo 4,75 Mcal/kg de GPCVz para animais castrados. Boin (1995) encontrou requisitos de 3,5 e 4,4 Mcal/dia para animais Nelores não-castrados e de 5,0 e 6,2 Mcal/dia para Nelore castrados pesando 300 e 400 kg de PCVz, respectivamente.

No presente experimento a energia do ganho (GPVz, Mcal/kg PVz) não diferiu ($P>0,49$) entre os tipos ou níveis de milho utilizados nas dietas. Os valores de energia retida obtidos estiveram entre 4,53 e 4,85 Mcal/dia, sem diferença significativa ($P>0,67$) para os tipos de milho.

Quando comparados com a ingestão de energia metabolizável (IEM), os valores de energia retida (ER) pelos animais tiveram os mesmos resultados para os dois tipos tipo de milho, sendo ligeiramente superior ($P>0,63$) para dietas com milho alto óleo.

Esses valores foram também calculados por Putrino (2006) para novilhos Nelore, obtendo entre 13% e 16%. Para o presente experimento, a porcentagem de energia retida em função da ingestão de energia metabolizável foi de 23,3% para os dois tipos de milho.

A representação gráfica dos valores de composição estimada do ganho (GPVz) dos componentes químicos corporais de novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão nas dietas são apresentadas na Figura 6.

Figura 6. Gráficos da composição estimada do ganho (GPVz) de EE (%) e proteína (%) de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

O rendimento do ganho apresentou-se diferente, diminuindo ($P<0,06$) para os níveis crescentes de inclusão de milho nas dietas, mas não diferiram ($P>0,32$) para o tipo de milho utilizado.

A energia retida no ganho (GPVz) teve uma tendência de aumento ($P>0,44$) para dietas com milho alto óleo e para os níveis crescentes de inclusão na dieta ($P>0,07$). Esses dados, como esperado, tiveram a mesma variação que os valores de EE (%) na composição do ganho. Esses valores são apresentados na Figura 7.

Figura 7. Gráficos dos valores para rendimento do ganho (GPVz, %) e energia retida (ER, Mcal/dia) de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

5.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE QUALIDADE DA CARNE

Como apresentado por Macedo et al. (2001), a carne bovina pode ser classificada como macia até um valor da força de cisalhamento de 4,2 kgf, medida no aparelho de Warner-Bratzler.

Forrest et al. (1975), consideram como muito macias amostras de carnes que apresentem valor de até 3,8 kgf. Já Shackelford et al. (1995) consideram como limite para considerar uma carne dura valores acima de 4,6 kgf e Tatum et al. (1999) cita como limite para o *Longissimus dorsi* um valor de 5,0 kgf.

Em função da força de cisalhamento média obtida nas amostras do presente experimento, apresentando valores de 4,5 e 5,6 kgf, a carne obtida com os animais produzidos nas diferentes dietas pode ser considerada como ligeiramente dura. Embora elevados, os resultados obtidos estão de acordo com os apresentados nos trabalhos de pesquisa utilizando raças zebuínas, onde é identificada uma tendência em produzir carne menos macia quando comparadas às obtidas por animais de raças taurinas.

As médias obtidas para perda de peso ao cozimento (PAC), escore de marmorização, força de cisalhamento, parâmetros de cor e brilho (L^* , a^* , b^*), em função do tipo de milho na dieta estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 22. Médias para as medidas de perda de peso ao cozimento (PAC), marmorização, força de cisalhamento, parâmetros de cor e brilho (L^* , a^* , b^*), em novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Características	MILHO	
	ALTO ÓLEO	COMUM
PAC, %	18,5±1,0	17,6±0,9
Escore de marmorização	117,6±13,1	122,6±12,8
Força de cisalhamento, kgf	5,3±0,3	4,7±0,3
L^*	32,8±0,4	32,3±0,4
a^*	17,5±0,4	17,7±0,4
b^*	13,1±0,3	13,0±0,3

As médias para PAC, escore de marmorização, força de cisalhamento, em novilhos Nelore confinados, em função dos níveis na dieta total estão apresentados na Tabela 23.

Tabela 23. Médias para as medidas de perda de peso ao cozimento (PAC), marmorização, força de cisalhamento, parâmetros de cor e brilho (L^* , a^* , b^*), em novilhos Nelore confinados, em função dos níveis de inclusão de milho.

Características	NÍVEIS ⁽¹⁾		
	25	40	55
PAC, %	19,1±1,2	19,5±1,2	15,6±1,1
Escore de marmorização	110,7±16	125,0±16,2	124,6±15,5
Força de cisalhamento, kg	4,9±0,4	5,6±0,4	4,5±0,4
L^*	32,2±0,5	32,5±0,5	33,0±0,5
a^{*3}	18,4±0,4	17,2±0,4	17,2±0,4
b^*	13,3±0,3	12,8±0,36	13,1±0,3

⁽¹⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Não foram observados efeitos de tipo de milho para os escores de marmorização ($P>0,78$) e para a força de cisalhamento ($P>0,18$).

Andrae et al. (2001), avaliaram essas mesmas características, utilizando novilhos cruzados Angus, com uma dieta com alto concentrado, usando 82% de milho e também não observaram diferenças entre os grupos alimentados com milho alto óleo ou com milho comum. Os autores relataram que a deposição de gordura intramuscular aumentou de uma forma não linear, sugerindo que o período de alimentação altera a deposição deste tecido.

No presente estudo, os animais foram confinados e submetidos aos tratamentos experimentais por um período de 84 dias, o mesmo utilizado por Andrae et al. (2001). Portanto, pode-se sugerir que no presente estudo seria necessário um período maior de confinamento a fim de encontrar diferenças para os escores de marmorização.

Não foram observadas diferenças significativas para as características de escore de marmorização ($P>0,77$) e força de cisalhamento ($P>0,13$), no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos tratados com diferentes níveis de inclusão de milho na dieta, concordando com os resultados obtidos por French et al. (2000).

Para as PAC não foram encontradas diferenças ($P>0,50$) entre os tratamentos com milho comum e milho alto óleo. Entretanto, a carne dos animais tratados com 55% de milho na dieta apresentou valores de PAC menores e diferentes ($P<0,04$) aos obtidos para os animais tratados com 25% e 40% de milho. Estes valores foram inferiores aos apresentados no trabalho de Abularach et al. (1998), que encontraram valores de PAC de 27,11% , para a carne de tourinhos Nelore maturada por até 7 dias.

Em relação à cor da carne, foram observadas diferenças ($P<0.04$) entre os tratamentos para o parâmetro a^* . Por outro lado, não foram observados efeitos de tipo de milho ou de níveis para as características de L^* e b^* , concordando com o observado por French et al. (2000).

Loxton et al. (1993) citados por Ribeiro (2000), realizaram mensurações de cor em carne de bovinos cruzados, concluindo que o valor ideal para L^* seria entre 35 e 39, sendo os valores inferiores para carnes escuras e os superiores para cortes mais claros. Para os autores, entretanto, o manejo alimentar teria pouca influência sobre a cor dos cortes frescos.

Os valores obtidos no presente experimento estão entre 31,7 e 33,5, mostrando uma coloração vermelha mais clara para os cortes obtidos.

Embora este experimento tenha estudado a cor em cortes maturados por até 7 dias, não foram encontrados trabalhos na literatura que justificassem tais resultados. Ainda para a característica de a^* , Purchas (1988) citado por Ribeiro (2000), afirmou que os parâmetros ideais de intensidade de cor vermelha estariam entre 18 e 22, discordando dos resultados encontrados nos tratamentos com níveis de 40% e 55% de inclusão de milho, que apresentaram valores inferiores.

Nas condições do presente trabalho, o aumento dos níveis de milho da dieta de novilhos Nelore terminados em sistema de confinamento, seja pelo uso do milho com alto teor de óleo ou pelo aumento na proporção da participação desse ingrediente na dieta, não alterou de forma expressiva as características físico-químicas avaliadas no músculo *Longissimus dorsi*.

Duckett et al. (2000), utilizando dietas com milho alto óleo ou milho comum para novilhos Angus, também não encontraram diferenças significativas em função do tipo de milho, para os parâmetros: peso médio das

carcaças, classificação da carcaça, grau de marmorização e espessura de gordura no corte.

Analisando a força de cisalhamento, os autores encontraram diferenças significativas causadas pelo tipo de milho, mas não encontraram correlação entre marmorização e força de cisalhamento, suculência ou maciez. Os animais que consumiram milho alto óleo apresentaram maior maciez e suculência que os animais consumindo milho comum na dieta.

Com relação à variabilidade e inconsistência dos dados de maciez, Field & McCormick (1997) apresentaram dados de diferentes grupos de maturidade em novilhas cruzadas (Angus x Gelbvieh), não encontrando diferenças no peso de abate, ganho de peso, acabamento, área do *Longissimus dorsi* ou gordura renal entre carcaças. As médias obtidas para maciez e os valores de força de cisalhamento também não diferiram.

5.7 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE

Para alguns dos ácidos graxos analisados observaram-se diferenças significativas entre tratamentos e também para tipo de milho. Para as dietas contendo milho alto óleo, houve um aumento na soma dos ácidos graxos intermediários da biohidrogenação, em relação ao milho comum, concordando com os dados apresentados por Duckett et al. (2002).

As médias dos valores obtidos nas análises de ácidos graxos presentes nas amostras do músculo *Longissimus dorsi* dos animais deste experimento estão apresentadas na Tabela 24.

A composição do perfil dos ácidos graxos extraídos do músculo *Longissimus dorsi* mostrou que o uso de milho alto óleo, em comparação ao milho comum nas dietas de bovinos Nelore, causou diminuição significativa ($P>0,03$) nas porcentagens dos ácidos graxos C10:0, C12:0, C14:0 e C16:0.

Essa diminuição está de acordo com o observado por Mir et al. (2002) utilizando girassol, e que relatam a diminuição dos ácidos graxos C16 na gordura de novinhos, usando sementes com maior teor de óleo nas dietas. Também foi observado que o uso de milho alto óleo causou um aumento

significativo nas porcentagens dos ácidos graxos C18:1_cis9, C18:1_cis12, C18:1_cis15, C18:2_cis9_cis12, C18:2_cis9_trans11 e do C20:0.

No presente trabalho, os valores percentuais médios do ácido rumênico (C18:2_cis9_trans11) aumentaram significativamente ($P>0,04$), devido ao uso de dietas contendo milho alto óleo.

Segundo Kelly et al. (1998), produtos como a carne e o leite de ruminantes apresentam níveis de CLA entre 0,3% e 0,7% da gordura, o que está de acordo com o encontrado no presente experimento. Os valores de ácido rumênico na gordura passaram de 0,43% para 0,49% com o uso de dietas com milho alto óleo, ou seja, um aumento médio de 12,7%.

Os valores de CLA na gordura animal utilizando fontes de óleo nas dietas, podem ter acréscimos da ordem de até 300% no ácido linolêico conjugado (CLA) do músculo (Bauman et al., 1999).

Madron et al. (2002) encontraram diferenças relativamente pequenas nos níveis de CLA nas dietas para terminação de novilhos, utilizando soja integral. Mostraram que as concentrações de CLA no músculo também seriam influenciadas pela síntese endógena desses compostos. Esses autores destacaram que a produção ruminal de C18:1_trans11 é crucial para a produção de CLA e apontam como importante identificar as condições ruminais que aumentem a produção de C18:1_trans11.

Os dados do presente trabalho mostram o isômero C18:2_cis-9_trans-11 como predominante, sendo seu conteúdo significativamente correlacionado ($P<0,01$) com C16, C16:1_cis9, C18:1_trans6_8, C18:1_cis9, C18:1_cis11, C18:1_cis12, C18:1_cis13, C18:3 e C20.

Não houve correlação entre os valores obtidos para a variação dos ácidos graxos C18:2_cis9_cis12 (ácido linolêico) e C18:2_cis9_trans11 no tecido de bovinos, como também apontado por Duckett et al. (2002). Os autores apontaram que os isômeros do ácido linolêico conjugado (CLA) predominantes foram trans9_trans11, trans10_trans12, cis9_trans11 e trans10_cis12, sendo responsáveis por mais de 77% do total do CLA presente no músculo analisado.

Tabela 24. Médias dos valores obtidos para concentração de ácidos graxos, em porcentagem, na gordura do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

VARIÁVEIS	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEIS ⁽²⁾			EFEITO ⁽³⁾		
	MAO	MC	25	40	55	M	N	M x N
C10	0,051	0,057	0,054	0,057	0,050	0,03	ns	0,02
C12	0,073	0,083	0,765	0,815	0,775	0,02	ns	0,03
C12:1	0,014	0,015	0,014	0,015	0,015	ns	ns	ns
C14_0_iso	0,058	0,061	0,057	0,059	0,063	ns	ns	ns
C14	3,280	3,600	3,381	3,351	3,602	0,03	ns	ns
C14:1_cis9	0,809	0,878	0,955	0,765	0,801	ns	0,04	ns
C15_iso	0,208	0,216	0,203	0,209	0,224	ns	ns	ns
C15_anteiso	0,221	0,227	0,205	0,214	0,251	ns	0,01	ns
C15	0,425	0,432	0,419	0,418	0,447	ns	ns	ns
C16_iso	0,210	0,207	0,209	0,214	0,220	ns	ns	ns
C16	25,333	26,482	26,484	25,582	25,545	0,01	ns	ns
C16:1_cis9	3,422	3,536	3,765	3,325	3,355	ns	ns	ns
C17_iso	0,388	0,380	0,375	0,375	0,395	ns	ns	ns
C17	1,077	1,070	1,030	1,085	1,104	ns	ns	ns
C17:1	0,717	0,670	0,711	0,678	0,690	ns	ns	ns
C18	15,321	15,181	13,695	16,005	16,049	ns	0,01	ns
C18:1_trans6_8	0,126	0,105	0,115	0,105	0,125	0,03	ns	ns
C18:1_trans9	0,169	0,175	0,154	0,174	0,188	ns	0,02	ns
C18:1_trans11	1,656	1,607	1,547	1,589	1,758	ns	0,04	ns
C18:1_trans12	0,130	0,123	0,112	0,126	0,139	ns	ns	ns
C18:1_cis9	40,958	39,765	41,111	40,403	39,566	0,09	ns	0,08
C18:1_cis11	1,485	1,459	1,535	1,450	1,423	ns	ns	ns
C18:1_cis12	0,169	0,147	0,150	0,152	0,174	0,001	0,003	ns
C18:1_cis13	0,442	0,450	0,494	0,426	0,416	ns	ns	ns
C18:1_trans16	0,167	0,158	0,153	0,158	0,176	ns	0,004	ns
C18:1_cis15	0,166	0,159	0,160	0,160	0,167	0,07	ns	0,02
C18:2_trans11_cis15	0,116	0,119	0,124	0,118	0,112	ns	ns	ns
C18:2_cis9_cis12	1,374	1,261	1,250	1,284	1,419	0,04	0,03	ns
C18:2_cis9_trans11	0,495	0,439	0,491	0,424	0,461	0,01	0,02	ns
C18:3	0,091	0,085	0,081	0,088	0,097	ns	0,02	ns
C20	0,063	0,057	0,062	0,055	0,062	0,003	0,009	ns
C20:1	0,213	0,219	0,220	0,213	0,217	ns	ns	0,02
C20:4	0,015	0,014	0,017	0,016	0,013	ns	ns	ns
C20:5	0,027	0,026	0,029	0,029	0,023	ns	ns	ns
C22:1	0,231	0,231	0,235	0,235	0,222	ns	ns	ns
C22:2	0,061	0,059	0,061	0,061	0,058	ns	ns	ns
C22:5	0,148	0,145	0,151	0,152	0,152	ns	ns	ns
C24	0,080	0,070	0,076	0,078	0,071	ns	ns	ns

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum. ⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

⁽³⁾ M = Milho, N = Níveis, M x N = interações, ns = não significativo a 5%

O aumento na participação do concentrado nas dietas favoreceu ($P>0,10$) uma diminuição nas porcentagens do ácido oléico (C18:1_cis9) e o aumento do ácido linolênico (C18:3) ($P<0,02$) no tecido muscular dos animais.

Duckett et al. (2002), trabalhando com óleo de milho nas dietas, obtiveram aumento do fluxo duodenal do ácido vacênico (C18:1_trans-11), relatando-o como um importante precursor do isômero C18:2_cis9_trans11 (ácido rumênico) presente na carne.

Também para Weiss et al. (2006) o ácido vacênico é considerado como o principal precursor do ácido rumênico, tanto em ruminantes como para monogástricos.

No presente trabalho, pode-se observar um efeito significativo ($P<0,04$) do aumento dos níveis de milho nas dietas sobre o aumento nos valores de ácido vacênico, que apresentaram valores médios de 1,547%, 1,589% e 1,758%, respectivamente, para 25%, 40% e 55% de participação nas dietas dos novilhos confinados.

Também houve uma tendência ($P>0,16$) de aumento da porcentagem desse ácido graxo com o uso de milho alto óleo nas dietas, não havendo interação ($P>0,56$) entre tipos de milho e níveis de inclusão nas dietas.

Autores como MacDonald (2000), Mosley et al. (2002), Beaulieu et al. (2002), Khanal & Olson (2004), Khanal & Dhiman (2004) e Weiss et al. (2006), citam resultados positivos em humanos pela ingestão dos isômeros de CLA. Esses ácidos graxos apresentariam ações de modificadores do metabolismo de lipídios, com efeitos sobre as condições orgânicas de saúde, levando a diminuição na obesidade, no diabetes e nos problemas cardiovasculares.

Bauman et al. (1999) e Ogawa et al. (2001) explicam os mecanismos bioquímicos que ocorrem no rúmen e nos tecidos para a biohidrogenação e a produção de CLA.

No presente experimento foram identificados na gordura muscular dos novilhos Nelore alimentados com as dietas experimentais, alguns ácidos graxos com origem na biohidrogenação do ácido linolêico, como os ácidos graxos C18:1_cis11, C18:1_cis12, C18:1_cis13, C18:1_cis15, C18:1_trans6_8, C18:1_trans9, C18:1_trans12, C18:1_trans16, C18:2_trans11_cis15 e C18:2_cis9_trans11.

Puderam ser identificados pelas análises apenas dois isômeros de CLA no músculo, sendo eles o C18:2_trans11_cis15 e o C18:2_cis9_trans11. A soma total dos CLA analisados foi de 0,611%, sendo que a participação do ácido rumênico foi de 81% desse total. Essa alta participação do ácido rumênico está de acordo com o que foi apresentado por Andrae et al. (2001) utilizando milho alto óleo nas dietas de novilhos confinados.

Para Dhiman et al. (1999) e Khanal & Dhiman (2004), embora alguns isômeros tenham origem por produção endógena pela ação de enzimas como a d9-desaturase, muitos outros isômeros, presentes em pequena concentração nos tecidos, tem sua provável origem na biohidrogenação ruminal.

Para Madron et al. (2002), a população microbiana ruminal estaria dividida em dois grupos, sendo o primeiro grupo composto por bactérias responsáveis pelas reações de transformação do ácido linolêico até ácido vacênico. O segundo grupo de microrganismos estaria predominantemente envolvido na catalização do passo final, passando de ácido vacênico até esteárico. Assim, uma mudança no ambiente ruminal, como alteração no pH ou na taxa de passagem, poderia alterar as proporções e a composição nessas duas populações, que tem função essencial na produção de CLA.

Esses autores estudaram as causas das diferenças no conteúdo de CLA e de ácido vacênico na gordura do tecido muscular de novilhos de corte, quando comparados aos de animais em lactação. Apresentaram como possível explicação, entre outras hipóteses, a de que a biohidrogenação ruminal nos novilhos de corte seja mais extensa e completa. Assim, seria produzido mais ácido esteárico (C18:0) no rúmen, sendo que menos ácido vacênico (C18:1_trans-11) e CLA escapariam do rúmen.

Ainda segundo os mesmos autores, existem diferenças no ambiente ruminal entre categorias de animais, de maneira que a população microbiana envolvida no processo de biohidrogenação seja alterada, levando a essa alteração ruminal no perfil dos ácidos graxos.

Na Tabela 25 estão apresentadas as relações entre os ácidos graxos analisados na gordura do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Nelore confinados.

Tabela 25. Relações entre os ácidos graxos analisados na gordura do músculo *L. dorsi* de novilhos Nelore confinados, alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEIS ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
ω -6	1,598	1,479	1,479	1,513	1,642
ω -3	0,133	0,125	0,127	0,133	0,133
ω -6 / ω -3	12,015	11,832	11,646	11,376	12,346
TOTAIS SATURADOS	46,788	48,123	47,015	48,517	48,858
TOTAIS INSATURADOS	53,201	51,845	53,635	52,146	51,767
MONOINSATURADOS	50,874	49,697	51,431	49,974	49,432
POLINSATURADOS	2,327	2,148	2,204	2,172	2,335
POLINSAT : SATURADOS	0,050	0,045	0,047	0,045	0,048
MONOINSAT: SATURADOS	1,087	1,033	1,094	1,030	1,012
INSAT. : SATURADOS	1,137	1,077	1,141	1,075	1,060

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum.

⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Duckett et al. (2002) apresentaram valores médios de 56% para o total de ácidos graxos insaturados no tecido muscular de novilhos alimentados com dietas contendo milho alto óleo. Putrino (2006) encontrou valores entre 54% e 55% para esse total no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Nelore confinados, alimentados com dietas usando milho comum ou milho úmido.

Esses valores estão próximos aos resultados obtidos no presente experimento, com médias entre 51,7% e 53,2% para o total de ácidos graxos insaturados presentes na carne, em relação às rações com milho comum e milho alto óleo, respectivamente.

Segundo Duckett et al. (2002), para alterar a composição da gordura intramuscular é necessário o fornecimento de ácidos graxos insaturados que escapem da biohidrogenação ruminal, com sua posterior absorção e deposição nos tecidos.

No trabalho de Andrae et al. (2001), o uso de dietas contendo óleo de milho levaram a um aumento na deposição intramuscular de lipídios e também o total de ácidos graxos insaturados no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos confinados.

No presente trabalho obteve-se uma diferença ($P>0,08$) nos totais de ácidos graxos insaturados presentes na gordura da carne dos animais alimentados com dietas com milho alto óleo (53,20%), quando comparados aos animais alimentados com milho comum (51,84%).

Com relação aos níveis de inclusão de milho, os resultados obtidos para a soma de ácidos graxos insaturados mostra uma diminuição ($P>0,07$) nesses totais em função do aumento dos níveis de milho nas dietas. Esse fato deve-se provavelmente a diferenças ocorridas na atividade enzimática no músculo.

A enzima d9-desaturase é a responsável pela síntese de ácidos graxos insaturados a partir dos ácidos esteárico e vacênico presentes no músculo, conforme descrito por Mosley et al. (2002) e por Bauman et al. (1999).

Os resultados apresentados por Madron et al. (2002), mostram que uma menor concentração do ácido rumênico e maior concentração do ácido vacênico no perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, poderia indicar o resultado de uma inibição da enzima d9-desaturase no tecido. Esses autores apresentaram valores entre 0,25 e 0,28, para a relação rumênico:vacênico na gordura do tecido muscular de novilhos.

Para Madron et al. (2002), uma diminuição nessa relação indica inibição da enzima d9-desaturase no tecido e uma menor presença de ácidos graxos insaturados. No presente experimento, os resultados obtidos para essa relação foram de 0,27 e 0,29, respectivamente, para milho comum e milho alto óleo.

Também neste presente experimento, o aumento nos níveis de inclusão de milho levaram a uma diminuição ($P<0,05$) na relação entre esses dois ácidos graxos, como apresentado na Tabela 26.

Tabela 26. Valores e relações entre os ácidos rumênico e vacênico analisados na gordura do músculo *L. dorsi* de novilhos alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEIS ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
RUMÊNICO (C18:2 C9_T11)	0,495	0,439	0,491	0,424	0,461
VACÊNICO (C18:1 T11)	1,656	1,607	1,547	1,589	1,758
RUMÊNICO/ VACÊNICO	0,299	0,273	0,317	0,266	0,262

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum. ⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

Também para Corl et al. (2000), a existência de condições que desfavoreçam a biohidrogenação ruminal, como $\text{pH} < 6$, pode aumentar a formação de ácidos graxos monoinsaturados no rúmen, podendo levar a uma maior deposição de monoinsaturados e CLA no tecido adiposo.

Jiang et al. (1996) afirmam que a alimentação dos animais altera a quantidade de deposição de CLA nos tecidos, e que os ruminantes alimentados com grãos e forragem ensilada teriam menores quantidades de CLA nos tecidos que aqueles mantidos em pastagens.

Os valores obtidos para as somas dos ácidos graxos monoinsaturados, polinsaturados e saturados totais, bem como suas relações, estão de acordo com os valores apresentados por Putrino (2006) para o músculo *Longissimus dorsi* e não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,55$) para tipo de milho ou níveis de inclusão nas dietas.

Para os valores da soma dos ácidos graxos analisados e identificados como ômega-6 (ω -6) e ômega-3 (ω -3), bem como sua relação (ω -6 / ω -3), os resultados do presente experimento encontram-se acima daqueles apresentados por Putrino (2006), que encontrou valores de 4,66 a 6,32 para essa relação.

Badiani et al. (2002) apresentaram valores médios de 8,62 para essa relação no músculo de bovinos, relatando acontecer alguma variação nesses valores em função do manejo e tipo de animal.

Essa variação nos valores das somas e, portanto, na relação entre os ácidos graxos ω -6 e ω -3 na gordura do *Longissimus dorsi* de bovinos, pode estar relacionada tanto a fatores nutricionais ou de manejo dos animais, como também pela não padronização na metodologia de análise por cromatografia gasosa.

Isso pode ocorrer em função das diferenças entre a metodologia de extração e metilação, por diferentes comprimentos das colunas utilizadas ou mesmo alterações nos parâmetros de trabalho dos equipamentos, levando a diferenças na separação e na quantificação eficiente dos diferentes ácidos graxos.

5.8 PROTOZOÁRIOS CILIADOS RUMINAIS

Os valores de pH e dos gêneros de protozoários estão apresentados na Tabela 27. Embora tenha ocorrido uma diminuição dos valores médios medidos para pH ruminal, essa diminuição não foi significativamente alterada pelos tratamentos utilizados.

Essa observação está de acordo com os resultados apresentados por McAllan (1991) que observou efeito linear decrescente ($P < 0,01$) dos níveis de concentrados sobre os valores de pH encontrados para cada tempo pós-alimentação.

Aumentos no concentrado aumentam a quantidade de carboidratos e proteína rapidamente fermentáveis no rúmen, assim, com o aumento na proporção concentrado: volumoso, há um aumento na produção de ácidos orgânicos e amônia, reduzindo o pH no rúmen (Williams & Coleman, 1988).

Nas dietas experimentais o aumento do nível de concentrado levou a uma diminuição na participação da silagem de milho.

Os valores medidos de pH não apresentaram variação significativa ($P > 0,35$) entre os tratamentos, devido à presença de grãos de milho na silagem, resultando possivelmente em uma fermentação do amido semelhante entre os diferentes níveis de concentrado, levando a uma diminuição não significativa dos valores de pH.

Não houve efeito da interação entre níveis x tipo de milho ($P > 0,38$) e tratamento x tempo ($P > 0,67$) e não houve efeito dos níveis de concentrado sobre o número de células ciliadas. Uma das causas prováveis seria o fato do milho da silagem ter se aproximado dos valores de amido nas dietas com diferentes proporções de concentrado.

Os protozoários do gênero *Entodinium* corresponderam na média entre os tratamentos a 91.82% dos protozoários totais, apresentando-se como a maior população durante todo o período para todos os níveis.

Tabela 27. Valores de pH, gêneros e total de protozoários ciliados ($\times 10^4$ /mL) do rúmen de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

VARIÁVEIS	MILHO COMUM			EP	MILHO ALTO ÓLEO			EP
	NÍVEIS ⁽²⁾				NÍVEIS ⁽²⁾			
	25	40	55		25	40	55	
pH Ruminal	6,60	6,32	6,48	0,142	6,49	6,41	6,10	0,147
<i>Entodinium</i> ⁽¹⁾	41,58	33,81	32,74	7,006	27,26	28,00	17,72	4,14
<i>Diplodinium</i> ⁽¹⁾	0,95	1,10	1,60	0,363	0,39	0,35	0,30	0,034
<i>Eudiplodinium</i> ⁽¹⁾	1,08	0,95	1,23	0,243	0,57	0,70	0,40	0,093
<i>Isotricha</i>	1,22	1,15	1,26	0,21	0,00	0,00	0,00	-
<i>Dasytricha</i>	0,76	0,96	1,18	0,163	0,00	0,00	0,00	-
Total de protozoários ⁽¹⁾	45,71	38,25	37,91	7,4158	28,28	29,12	18,48	4,21

(1) Efeito do tipo de milho, $p < 0,05$.

(2) % de inclusão de milho grão na dieta.

A quantidade total de células foi reduzida pela utilização do milho alto óleo em substituição ao milho comum ($P < 0,01$). A utilização do milho com alto teor de óleo nas dietas produziu uma redução significativa no número de protozoários dos gêneros *Entodinium*, *Diplodinium*, e *Eudiplodinium* ($P < 0,01$) no rúmen quando comparado ao milho comum, como apresentado na Figura 8.

Os gêneros *Isotricha* e *Dasytricha* não apresentaram células nos tratamentos usando o milho com alto teor de óleo, possivelmente por serem mais sensíveis a uma possível toxicidade pela presença do óleo no citoplasma destes microrganismos. Autores como Towne et al. (1990) e Valinote et al. (2003), verificaram que com adição de lipídios nas dietas de ruminantes, o número de protozoários reduziu-se bruscamente, sendo esse efeito negativo observado para todos os gêneros analisados.

Em estudos com vacas em lactação utilizando a adição de óleos vegetais nas dietas, foi observada variação na biohidrogenação ruminal, sendo

que isto pode estar relacionado a alterações na microbiota ruminal devido a efeitos tóxicos dos ácidos graxos polinsaturados (Bauman et al. 1999; Jenkins, 1993).

Figura 8. Contagem (n.º x 10⁴/ mL) dos gêneros de protozoários ciliados presentes no rumen de novilhos Nelore alimentados com dois tipos de milho e três níveis de inclusão de milho na dieta.

Os valores das correlações entre pH e os demais parâmetros não foram significativos estatisticamente ($P > 0,86$). De acordo com Franzolin & Dehority (1996a) outros fatores além do pH, seriam responsáveis pelo aumento ou redução no número de protozoários ruminais.

Houve uma correlação de 99% entre o gênero *Entodinium* e o número total de protozoários. Este gênero apresenta normalmente valores maiores em relação aos demais, sendo que são os menos sensíveis a mudanças no ambiente ruminal.

Não há informações específicas sobre o papel de cada gênero de protozoários na nutrição do ruminante. As correlações positivas indicam que esses microrganismos podem ter formas semelhantes de comportamento no rúmen quando modificado o ambiente (Valinote et al., 2003).

Para Hristov et al. (2005), que trabalharam com a adição de diferentes fontes de óleo nas dietas, as contagens de protozoários ciliados no rúmen não

foram afetadas significativamente pelo tipo de óleo utilizado para bovinos em terminação.

Os níveis crescentes de concentrados no presente trabalho, não alteraram significativamente o pH ruminal e os protozoários ciliados, usando-se como volumoso uma silagem de milho de boa qualidade. Entretanto, a substituição de milho comum por milho com alto teor de óleo nas dietas reduziu o número de células ciliadas.

Essas mesmas observações são descritas por Towne et al. (1990) e Dijkstra (1994), que indicam ocorrer uma reduzida concentração ruminal de protozoários ciliados em bovinos confinados. Essa menor presença seria influenciada pelo manejo de alimentação e pela menor relação volumoso: concentrado, devido à ingestão de quantidades crescentes de amido nas dietas com mais concentrado.

Mesmo apresentando uma atividade lipolítica no rúmen, os protozoários geralmente apresentam-se sensíveis à inclusão de níveis maiores de lipídios nas dietas, sendo inclusive recomendado o uso alguns tipos de lipídios para promover uma defaunação de rúmen (Valinote et al., 2005).

5.9 URÉIA PLASMÁTICA

No presente experimento não foram obtidas diferenças significativas ($P>0,25$) para os níveis de nitrogênio uréico no sangue (NUS) nas duas coletas realizadas para os diferentes tipos de milho e níveis de inclusão nas dietas, nem para a interação. Entretanto, houve diferença significativa ($P<0,02$) entre os valores das coletas nas duas datas.

Para Dukes (1996), os níveis considerados normais de NUS para bovinos estariam entre 10 e 30 mg/ dL. Entretanto, para Hamond et al. (1993), citados por Putrino (2006), os valores de NUS para uma adequada ingestão de nitrogênio e balanço eficiente na digestão protéica estão entre 9 e 12 mg/ dL.

Os resultados obtidos nas duas coletas dos animais confinados estão apresentados na Tabela 28.

Tabela 28. Médias dos níveis de nitrogênio uréico do sangue (NUS) em duas datas de coleta, em novilhos Nelore confinados, em função do tipo de milho e dos níveis de inclusão de milho na dieta.

Variáveis	MILHO ⁽¹⁾		NÍVEL ⁽²⁾		
	MAO	MC	25	40	55
NUS 15 dias, mg/dL	20,17	20,40	18,81	20,83	21,23
NUS 70 dias, mg/dL	17,97	18,10	18,78	17,26	18,18

⁽¹⁾ MAO = milho alto óleo; MC = milho comum.

⁽²⁾ % de inclusão de milho grão na dieta.

No trabalho de Valadares et al. (1997), utilizando dietas com proteína bruta entre 7% e 14,5%, para novilhos Nelore, os autores apresentam a faixa de NUS entre 13,52 e 15,15 mg/dL como indicativa de uma maior eficiência do uso do nitrogênio pelos microrganismos ruminais e sugerem que estes seriam os limites acima dos quais haveria perda na eficiência do uso do nitrogênio dietético.

Já Putrino (2006), encontrou valores de NUS entre 15,8 e 18,9 mg/dL para novilhos Nelore confinados, considerando que não houve excreção excessiva de nitrogênio pelos animais alimentados com dietas com 60% de concentrado e teores de PB entre 13,9 e 14,3%. Os valores de proteína bruta das dietas utilizadas no presente experimento estavam entre 12,35 e 14,57%.

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas para NUS entre os tratamentos, níveis ou interações, as médias de NUS se apresentam abaixo dos valores apresentados por Dukes (1996), para quem os valores para bovinos são considerados normais entre 10 e 30 mg/dL.

Os valores de NUS obtidos na primeira coleta deste experimento, entre 18,81 e 21,23 mg/dL, podem ser considerados acima dos valores médios apresentados na literatura, indicando excesso de nitrogênio em relação ao NDT original e assim, uma maior demanda por energia para metabolização desse nitrogênio no início do período experimental.

6. CONCLUSÕES

Não foram observados efeitos do tipo de milho ou dos níveis de milho utilizados nas dietas para as características de ganho de peso e de rendimento de carcaça em novilhos Nelore, embora tenham apresentado efeito positivo sobre a eficiência alimentar em função de um menor consumo de matéria seca.

Não houve efeito sobre a composição da carcaça ou composição do ganho vazio. Os animais depositaram mais gordura do que proteína, em função de seu peso mais elevado no início do confinamento. Esses animais tiveram tendência a menor rendimento de ganho nas dietas com milho alto óleo.

O milho com alto teor de óleo não alterou a digestibilidade das dietas ou a degradabilidade da matéria seca do volumoso, embora tenha diminuído ($P<0,05$) a degradabilidade da fração fibrosa do volumoso utilizado (silagem de milho), quando comparado ao milho comum.

O milho com alto teor de óleo diminuiu ($P<0,01$) a população total de protozoários ciliados ruminais, eliminando alguns gêneros como *Isotricha* e *Dasytricha*, embora não tenha alterado o pH ruminal nem os parâmetros da cinética líquida ruminal (taxa de passagem, turnover e volume).

Não houve influência do tipo de milho ou níveis de inclusão de milho na dieta sobre as características de qualidade da carne, como marmorização, cor, perdas por cozimento e maciez (força de cisalhamento).

Foram obtidas diferenças significativas ($P<0,02$) no perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular do *Longissimus dorsi*, mostrando que a adição de milho alto óleo eleva a proporção do ácido graxo C18:2 cis9_trans11.

Pelo presente trabalho, avaliando a utilização de milho com alto teor de óleo em dietas de terminação de novilhos Nelore em confinamento, comparado ao milho comum, conclui-se que houve poucas diferenças significativas para o desempenho animal e para as características da carcaça, sendo que o milho com alto óleo proporcionou alterações significativas no perfil de ácidos graxos da carne produzida, aumentando os valores de CLA, substâncias capazes de proporcionar modificações positivas na saúde humana.

7. IMPLICAÇÕES

Novas alternativas técnicas, éticas e viáveis economicamente, devem ser avaliadas e testadas na bovinocultura de corte, visando aumentar a qualidade dos cortes cárneos, o rendimento dos sistemas de produção e agregar valor às carcaças de bovinos.

Dos resultados obtidos no presente trabalho, mesmo sem observar diferenças estatisticamente significativas para alguns dos parâmetros analisados, deve-se destacar a importância zootécnica e econômica de cada um desses fatores, principalmente quando considerado um número elevado de animais abatidos.

A substituição do milho comum pelo milho alto óleo nas dietas para bovinos é uma estratégia para aumentar o teor de energia, que ao mesmo tempo pode elevar a proteína bruta dessas dietas e a quantidade disponível de ácidos graxos insaturados, resultando em mudanças na qualidade dos tecidos depositados pelos animais.

Deve-se atentar, nas dietas formuladas para animais Nelore com uso de altos níveis de concentrado (acima de 50%), a importância da presença de uma fonte de fibra de qualidade e com granulometria adequada à manutenção do metabolismo ruminal. Pode-se observar neste trabalho que os animais modificaram seu comportamento de ingestão, passando a procurar as fontes de fibra da dieta, selecionando-a e fazendo com que aumentem as sobras de concentrado.

Embora outros fatores dietéticos possam afetar os parâmetros avaliados, como a qualidade e a estabilidade da silagem utilizada, o uso de variedades de milho com alto teor de óleo poderá aumentar a presença de ácido linolêico conjugado (CLA) na gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* de bovinos, sem comprometer seu desempenho em confinamento e nem o funcionamento eficiente do ambiente ruminal.

A ciência animal deverá sempre avaliar e implementar as estratégias nutricionais que possibilitem a produção de alimentos de origem animal para o homem que possam ao mesmo tempo agregar propriedades nutricionalmente mais favoráveis e manter a qualidade e a produtividade animal.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contra-filé (L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirement for physically effective fiber. **J. Dairy Sci.**, v.80, n.7, p.1447-1462. 1997.

ALLEONI, G.F.; BOIN, C.; LEME, P.R.; et al. Avaliação da gravidade específica e de outras medidas corporais e da carcaça para estimar a composição corporal de novilhos Nelore. **Rev. Bras. Zootecnia**, v. 26, n.2, 375-381, 1997a.

ALLEONI, G.F.; LEME, P.R.; BOIN, C. et al. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Rev. Bras. Zootecnia**, v. 26, n.2, p. 382-390, 1997b.

ANDERSEN, H.R.; INGVARTSEN, K.L. The influence of energy level, weight at slaughter and castration on carcass quality in cattle. **Livest. Prod. Sci.**, v.11, n.6, p. 571-586, 1984a.

ANDERSEN, H.R.; INGVARTSEN, K.L. The influence of energy level, weight at slaughter and castration on growth and feed-efficiency in cattle. **Livest. Prod. Sci.**, v.11, n.6, p. 559-569, 1984b.

ANDRAE, J.G.; HUNT, C.W.; DUKETT, C.K. et al. Effect of high-oil corn on growth performance, diet digestibility, and energy content of finishing diets fed to beef cattle. **J. Animal Sci.**, v.78, p.2257-62, 2000.

ANDRAE, J.G.; DUCKETT, S.K.; HUNT, C.W. et al. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **J. Animal Sci.**, v.79, p.582-588, 2001.

BADIANI, A., STIPA, S., BITOSSI, F. et al. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. **Meat Sci.** v.60, p.169-186, 2002.

BAUMAN, D.E., BAUMGARD, L.H., CORL, B.A. et al. Biosynthesis of CLA in ruminants. **Proc. American Soc. Animal Sci.**, 1999. 15p.

BEAULIEU, A. D., DRACKLEY, J. K., MERCHEN, N.R. Concentrations of conjugated linoleic acid (*cis*-9 *trans*-11 octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high concentrate diet supplemented with soybean oil. **J. Anim. Sci.** v.80, p.847-861, 2002.

BERCHIELLI, T.T.; MAURO, F. R. C.; FURLAN, C.L. et al. Avaliação de indicadores internos para determinação da digestibilidade da matéria seca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, v.3, p.44-45, 1996.

BERG, E.P. **Effect of stress on meat yield and quality**. Disponível em: <http://www.fass.org/fass01/pdfs/Berg.pdf> . Acesso em 15/07/2004.

BERG, R.T.; BUTERFIELD, R.M. **Nuevos conceptos sobre el desarrollo del ganado vacuno**. Zaragoza:Acríbia, 1979. 297p.

BLOCK, H.C.; McKINNON, J.J.; MUSTAFA, A.F. et al. Manipulation of cattle growth to target carcass quality. **J. Animal Sci.** v.79, p.133-140, 2001.

BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, Viçosa, **Anais ...** Viçosa: UFV, 1995. p-457-465. 1995.

BOIN, C.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Tourinhos Nelore em crescimento e acabamento. 2. Exigências de energia líquida de manutenção e eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e crescimento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31, Maringá, 1994. **Anais...** Maringá, 1994, p.473.

BOWLING, R.A.; SMITH, C.G.; CARPENTER, Z.L.; et al. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcasses. **J. Animal Sci.**, v.45, p.209-215, 1977.

BRANDT Jr., R.T.; ANDERSON, S.J. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. **J. Animal Sci.**, v.68, p.2208-2216, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Portaria Ministerial n.365**. D.O.U. 03 de julho de 1996.

BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **J. Dairy Sci.**, v.80, n.11, p. 2964-2971, 1997.

BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.R. et al. Comparison of estimates of ruminal protein degradation by in vitro and in situ methods. **J. Animal Sci.**, v.66, p.1739-1745, 1988.

BULLE, M.L.M., RIBEIRO, F.G., LEME, P.R., et al. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Rev. Bras. Zootecnia**, v.31, n.1, Supl., p.444-450, 2002.

BURGER, P.J., PEREIRA, J.C., COELHO DA SILVA, J.F. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Rev. Bras. Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214. 2000.

BUTLER, W.R. Symposium: optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. **J. Dairy Sci.**, v.81, p.2533-2539, 1998.

BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **J. Animal Sci.**, v.74, p.858-865, 1996.

CHALUPA, W. Manipulating rumen fermentation. **J. Animal Sci.**, v.45, n.3, p.585-599, 1977.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids e cholesterol esters. **J. Lipid Research**, v.23, p.1072, 1982.

CLARY, E.M., BRANDT JR., R.T., HARMON, D.L., et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal kinetics in steers. **J. Animal Sci.**, v.71, p.3115-3123. 1993.

CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; DWYER, D.A. et al. The role of delta-9-dessaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA and other delta-9-dessaturase fatty acids in milk fat. **J. Dairy Sci.**, v. 83, p. 164-171, 2000.

DADO, R.G. Nutritional benefits of specialty grain hybrids in dairy diets. **J. Dairy Sci.**, v. 81, suppl. 1, p.348, 1998.

DALEY, C.A., ABBOTT, A., BASURTO, M., et al. **Omega**. Omega-3/Omega-6 fatty acid content of grass fed beef. Disponível em <http://www.csuchico.edu/agr/grsfdbef/health-benefits/ben-o3-o6.html>. Acesso em 25/03/2006.

DEHORITY, B.A. **Rumen microbiology**. Wooster: OARDC/OSU. 1991. 87p.

DEHORITY, B.A, PURSER, D.B. Factors affecting the establishment and numbers of holotrich protozoa in the ovine rumen. **J. Animal Sci.**, v.30, n.3, p.445-450. 1970.

DHIMAN, T.R., OLSON, K.C., MACQUEEN, I.S. et al. Conjugated linoleic acid content of meat from steers fed soybean oil. **J. Dairy Sci.**, v.82, suppl. 1, 1999.

DIJKSTRA, J. Simulation of the dynamics of protozoa in the rumen. **British J. Nutrition**, v.72, n.5, p.679-699. 1994.

DOMINGUES, J. L. Produção de bovinos de corte e fatores condicionantes da qualidade da carne. **Rev. Nutritime**, Viçosa, v. 2, n. 1, p.190-200, 2005.

DUCKETT, S.K., ANDRAE, J.G., OWENS, F.N. Effect of high-oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **J. Animal Sci.** v.80, p.3353-3360, 2002.

DUCKETT, S.K., GARDNER, B.A., HINDS, M.A., OWENS, F.N. Impact of high oil corn on beef steak quality. **J. Animal Sci.**, v. 78, suppl. 1, n. 660, 2000.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Ed. SWENSON, M. J.; REECE, W., 11 ed., Rio de Janeiro:Guanabara Koogan. 856 p. 1996.

EIBS, M.S., JOHNSON, B.J. WULF, D.M. et al. Effects of high-oil corn on feedlot performance, carcass characteristics and meat quality. Plains Nutrition Council Spring Conf. **Proc ...**, Texas A.M. Research and Education Center. p.76, 2000.

ELIZALDE, J.C.; ALDRICH, C.G.; LACOUNT, D.W. et al. Ruminal and total tract digestibilities in steers fed diets containing liquefied or prilled saturated fatty acids. **J. Animal Sci.**, v.77, p.1930-1939, 1999.

ELLIOT, J.P.; DRACKLEY, J.K.; BEAULIEU, A.D. et al. Effects of saturation and esterification of fat sources on site and extent of digestion in steers: Digestion of fatty acids, triglycerides, and energy. **J. Animal Sci.**, v.77, p.1919-1929, 1999.

FEIJÓ, G.L.D. Noções de ciência da carne. In: Conhecendo a carne que você consome: Qualidade da carne bovina. **Curso**, I. EMBRAPA. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicações/doc/doc77/03nocoescarne.html>. Acesso em 15/07/2004.

FERREIRA, M.A., VALADARES F.O., S.C., COELHO SILVA, J.F. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Rev. Bras. Zootecnia**. v.28, n.2, p.352-360, 1998.

FIELD, R., McCORMICK, R. et al. Tenderness variation among loin steaks from A and C maturity carcasses of heifers similar in chronological age. **J. Animal Sci.**, v.75, n.3, p.693-699, 1997.

FONTES, C. A. A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso em animais zebuínos. In: PEREIRA, J.C. (ed.) Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de ruminantes. 1995. Viçosa : UFV. **Anais**. p.419-455.

FORREST, J.C.A., ABERLE, E.D.A., HEDRICK, H.B. **Principles of Meat Science**. S.l.: Freeman Co., 1975. 417 p.

FRANZOLIN, R., DEHORITY, B.A. Efeitos do pH ruminal e ingestão alimentar na defaunação em ovinos sob rações concentradas. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.25, n.6, p.1207-1215. 1996a.

FRANZOLIN, R. DEHORITY, B.A. Effect of Prolonged High-Concentrate Feeding on Ruminal Protozoa Concentrations. **J. Animal Sci.**, v.74, p.2803-2809. 1996b.

FRENCH, P., O'RIORDAN, E.G., MONAHAN, F.J., et al. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. **Meat Science**, v.56, p.173-180, 2000.

GARRET, W. N.; JOHNSON, D. E. Nutritional energetics of ruminants. **J. Animal Sci.** v.57, (Suppl. 2), p.:478-497, 1983.

GORDON, K. Beyond U.S. borders. **Beef**. Aug/ 2001, p.18-19, 2001.

HA, Y.L., GRIMM, N.K., PARIZA, M.W. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids. **J. Agric. Food Chem.**, v. 37, p.75-81, 1989.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, USDA, 1946. (Tech. Bulletin, 926).

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v.90, p.420-426, 1978.

HOUBEN, J.H.; van DIJK, A.; EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Sci.**, v.55, p.331-336, 2000.

HRISTOV, A.N., KENNINGTON, L. R., MCGUIRE, M. A. et al. Effect of diets containing linoleic acid or oleic acid rich oils on ruminal fermentation and nutrient digestibility and performance and fatty acid composition of adipose and muscle tissues of finishing cattle. **J. Animal Sci.**, v.83, p.1312-1321. 2005.

HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press Inc. 1966. 533p.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.J. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. Nutrition Abstracts and Reviews (series B). **Livestock Feeds and Feeding**, v.65, n.2, p.63-93. 1995.

HYDEN, S.A. A turbidometric method for the determination of higher polyethyleneglycols in biological materials. **K. Lantb. Arb.**, v.22, p.139, 1959.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.3851-3863, 1993.

JIANG, J., BJOERCK, L., FONDEN, R. et al. Occurrence of cis-9, trans-11 octadecdienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. **J. Dairy Sci.** v.79, p.438-445, 1996.

KELLY, M., BERRY, J.R., DWYER, D.A., et al. Dietary fatty acids sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. **J. of Nutrition**. v.128, p.881-885, 1998.

KHANAL, R.C., DHIMAN, T.R. Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acid (CLA): A Review. **Pakistan J. Nutrition**. v.3, n.2, p.72-81, 2004.

KHANAL, R.C., OLSON, K.C. Factors affecting CLA content in milk, meat and egg: a review. **Pakistan J. Nutrition**, v.3, n.2, p.82-98, 2004.

KOOHMARAIE, M. **The biological basis of meat tenderness and potential genetic approaches for its control and prediction**. Disponível em <http://meats.marc.usda.gov /MRU/ICMST95.html> . Acesso em 15/07/2004.

KREHBIEL, C.R.; CRANSTON, J.J.; McCURDY, M.P. An upper limit for caloric density of finishing diets. **J. Animal Sci.**, v. 84, p. 34-39, 2006.

LANDS, W.E.M. Biochemistry and physiology of n-3 fatty acids. **FASEB Journal**. v.6, p.2530-2536, 1992.

LANNA, D.P.D.; TEDESCHI, L.O.; BELTRAME FILHO, J.A. et al. Modelos lineares e não-lineares de uso de nutrientes para formulação de dietas de ruminantes. **Sci. Agriculture**, v.56, n.2, p.479-88, 1999.

LEME, P.R.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F. et al. Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do espaço de deutério. **Rev. Soc. Bras. Zootecnia**, v.26, n.3, p.351-362, 1994.

LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C. et al. Levels of sugarcane bagasse in diets with high concentrate for Nellore steers in feedlot. **Rev. Bras. Zootecnia**, v.32, n.6, p.1786-1791, 2003.

LENG, R.A. Dynamics of protozoa in the rumen of sheep. **British J. Nutr.**, v.48, n.2, p.399-415, 1982.

LIMA, G.J.M.M. Grãos de alto valor nutricional para a produção de aves e suínos : oportunidades e perspectivas. In : MATTOS,W. (ed.) **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Piracicaba: SBZ, p.178-194. 2001.

LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **J. Animal Sci.**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.

LOXTON, I.D. **Aspects of beef product quality**. Disponível em <http://www.dpi.qld.gov.au /beef>. Acesso em 15/07/2004.

LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil**. Manhattan- Kansas State University, 1986. 89p. Tese (Doctor of Philosophy). Kansas State University, KSU, 1986.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MacDONALD, H.B. Conjugated linoleic acid and disease prevention: a review of current knowledge. **J. American College of Nutrition**, v.19, n.2, p.111S-118 S, 2000.

MACEDO, M.P., BASTOS, J.F.P., BIANCHINI SOBRINHO, E. Carcass traits and body composition of young Nellore bulls finished at different feeding regime. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.5, p.1610-1620, 2001.

MADRON, M.S., PETERSON, D.G., DWYER, D.A. et al. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular and subcutaneous fat in beef steers. **J. Animal Sci.**, v.80, p.1135-1143, 2002.

MALTIN, C., BALCERZAK, D., TILLEY, R., et al. Determinants of meat quality: tenderness. **Proc. Nutrition Society**. v.62, p.337-347, 2003.

MATTOS, W.R.S. Nutrição para performances máximas. In: PEIXOTO, A. M. et al. (ed.) **Nutrição de bovinos**: conceitos básicos e aplicados. Piracicaba: FEALQ. 5 ed., p.209-222. 1995.

McALLAN, A.B. Carbohydrate and nitrogen metabolism in the forestomach of steers given untreated or ammonia treated barley straw diets supplemented with urea or urea plus fishmeal. **Animal Feed Sci. Tech.**, v.33, n.3/4, p.195-208, 1991.

McGUIRE, M.A., DUCKETT, S.K., ANDRAE, J.G. et al. Effect of high-oil corn on conjugated linoleic acid (CLA) in beef. **J. Animal Sci.** v.76, Suppl. 1, n. 301, (Abstr.) 1998.

MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado**. Piracicaba-SP, 2002. 98 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2002.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.188-217.

MIR, P.S., MIR, Z., KUBER, P.S. et al. Growth, carcass characteristics, muscle conjugated linoleic acid (CLA) content, and response to intravenous glucose challenge in high percentage Wagyu, Wagyu-Limousin and Limousin steers fed sunflower oil-containing diets. **J. Animal Sci.**, v.80, p.2996–3004, 2002.

MOLONEY, A.P., FRENCH, P., O'KIELY, P. et al. Fatty acid composition of muscle from beef cattle fed pre-slaughter rations based on grass silage or maize silage. **J. Animal Sci.** v.78, Suppl. 1, 2000.

MORRISON, M.; MACKIE, R.I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganism: current understanding and future perspectives. **J. Agriculture Research**, v.47, p.227-246, 1996.

MOSLEY, E. E., POWELL, G. L., RILEY, M. B., JENKINS, T.C. Microbial biohydrogenation of oleic acid to trans isomers in vitro. **J. Lipid Research**, v.43, p. 290-296, 2002

MOURA MARINHO, A. A. de. Ciliados do rúmen - sua dinâmica e importância no metabolismo digestivo dos ruminantes: revisão. **Rev. Port. Cienc. Vet.**, v.77, n.464, p.241-259, 1982.

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

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 242 p.

OGAWA, J.; MATSUMURA, K.; KISHINO, S. et al. Conjugated linoleic acid accumulation via 10-hydroxy-12-octadecaenoic acid during microaerobic transformation of linoleic acid by *Lactobacillus acidophilus*. **Applied and Environmental Microbiology**. v.67, n.3, p.1246-1252, 2001.

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico** do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos. II Memorial descritivo. IAC, 188p., 1984. (Boletim Técnico, 98).

ØRSKOV, E.R., McDONALD, I., The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, v.92, p.499-503, 1979.

ØRSKOV, E.R.; HUGHES-JONES, M.; McDONALD, I. Degradability of protein supplements and utilization of undegraded protein by high-producing dairy cows. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. (Eds.) **Recent developments in ruminant nutrition**. London: Butterworths, 1981. p.17-30.

ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **J. Animal Sci.**, v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.

ØRSKOV, E.R. Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants. **Livest. Prod. Sci.**. v.39, n.1, p.53-60, 1994.

OWENS, F.N.; GARDNER, B.A. A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. **Proc. Am. Soc. Animal Sci.**, 1999. 18p.

OWENS, F.N., GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 1988, p.145 -171.

PALMQUIST, D.L. Calcium soaps of fatty acids with varying unsaturation as fat supplements for lactating cows. **Can. J. Animal Sci.**, v.64, (supl.1), p.240, (Abstr.), 1984a.

PALMQUIST, D.L. The feeding value of fat. In: PALMQUIST, D.L. **Use of fats in diets for lactating dairy cows**. Ed. Butterworths, 1984b. p.293-311.

PASSINI, R., RODRIGUES, P.H.M., CASTRO, A.L. et al. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. **Rev. Bras. Zootecnia**. v.32, n.5, p. 1266-1274, 2003.

PEREIRA, A.S.C. **Qualidade da Carne de Bovinos Nelore (Bos taurus indicus) Suplementados com Vitamina E.**, Pirassununga-SP, 2002. 86p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2002.

PLEGGE, S.D.; GOODRICH, R.D.; HANSON, S.A. et al. Predicting dry matter intake of feedlot cattle. Minnessota Nutrition Conference, **Proc...** University of Minnessota, p. 56-70, 1984.

POULSON, C.S. DHIMAN, T.R. URE, A.L. et al. Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. **Livestock Production Sci.**, v.91, p.117- 128, 2004.

PRESTON, R. L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: Simpósio sobre produção de gado de corte. Campinas: CBNA, **Anais...** p.82-91, 1998.

PUTRINO, S.M. **Exigências de proteína e energia líquidas para o ganho de peso de tourinhos das raças Nelore e Brangus alimentados com dietas com diferentes proporções de concentrado.** Pirassununga- SP. 75p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2002.

PUTRINO, S.M. **Composição corporal, exigências de energia e proteína para ganho e composição da carne de novilhos Nelore alimentados com dietas com milho grão seco ou úmido contendo gordura não degradável no rúmen.** Pirassununga- SP, 2006. 100p. Tese (Doutorado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2006.

RIBEIRO, F.G. **Qualidade da carcaça e da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia em confinamento.** Pirassununga- SP, 2000. 79p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2000.

RODRIGUES, P.H.M. **Efeitos da lasalocida sódica e proporção volumoso/concentrados sobre a fermentação ruminal e degradabilidade *in situ* do farelo de soja e do feno Coast Cross (*Cynodon dactylon*).** Pirassununga - SP, 1996. 135p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 1996.

RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; BORGES, L.E. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre eficiência reprodutiva e concentração sanguínea de colesterol, glicose e uréia em vacas Nelore. **Rev. Bras. Zootecnia**, v.29, p.2043-2050, 2000.

RUY, D.C., LUCCI, C.S., MELOTTI, L., LIMA, M.L.M., Degradação da proteína e fibra do caroço de algodão integral no rúmen. **Braz. J. Vet. Research Animal Sci.** v.33, p.276-280, 1996.

SAS. **SAS/STAT User's Guide**, Version 6, 4 ed., v.2, Cary, N.C: SAS Institute Inc., 1989.

SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M., WHEELER, T.L. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. **J. Animal Sci**, v.73, n.11, p.3304-3309, 1995.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos**: Métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 166p.

SILVA, F.F., VALADARES F. S.C., ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Rev. Bras. Zootecnia**, v.31, n.1S, p.503-513, 2002.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomed Pharmacotherapy**. v.56, n.8, p.365-379, 2002.

SIMOPOULOS, A.P., CLELAND, L.G. (eds). **Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio**: the scientific evidence. World Rev. Nutrition Diet. Basel: Karger, 2003.

SODERLUND, S.; SEGLAR, W. Benefits of feeding high oil corn to finishing beef cattle. **Nutritional Insights**. Disponível em: www.pioneer.com. Acesso em 29/03/2002.

STOCK, R.A. Nutritional benefits of specialty grain hybrids in beef feedlot diets. **J. Animal Sci.**, v.76, n.349, suppl. 1, p.90, 1998.

TATUM, J.D., SMITH, G.C., BELK, K.E. New approaches for improving tenderness, quality and consistency of beef. Am. Soc. Animal Sci., **Proc...**1999.

TEDESCHI, L.O., BOIN, C., FOX, D.G., et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high forage diets. **J. Animal Sci.**, v.80, p.1671-1682, 2002.

TOWNE, G., NAGARAJA, T.G., BRANDT JR., R.T., Ruminal ciliated protozoa in cattle fed finishing diets with or without fat. **J. Animal Sci**, v.68, n.7, p.2150-2155, 1990.

USDA. **Official United States standards for grades of carcass beef**. Agric. Marketing Serv., USDA, Washington, D.C., 1989.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M., et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de creatinina. **Rev. Bras. Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-78, 1997.

VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LEME, P.R. et al. Effect of source monensin on ciliate protozoa in the rumen of Nelore steers. **Tropical and Subtropical Agrosystems**, Mexico, p.151-154, 2003.

VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M. LEME, P.R. ET AL. Fontes de lipídios e monensina na alimentação de novilhos Nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Rev. Bras. Zootecnia**. v.34, n.4, p. 1418-1423. 2005.

VAN KOEVERING, M.T.; DOLEZAL, H.G.; GILL, D.R. et al. Effects of beta-hydroxy-beta-methyl butyrate on performance and carcass quality of feedlot steers **J. Animal Sci.**, v.72, n.8, p.1927-35, 1994.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Oecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University, 1994. 528 p.

VERAS, A. S. C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa - MG, 2000. 166p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2000.

WEISS, M.F., MARTZ, F.A., LORENZEN, C.L. **Review of Conjugated Linoleic Acid**: Historical Context and implications. Disponível em <http://www.farmprofitability.org/research/beef>. Acesso em 10/01/2006.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement**. Roman L. Hruska U.S. Marc. USDA, Clay Center, NE, 2001.

WILLIAMS, A.G.; COLEMAN, G.S. The Rumen protozoa. In: HOBSON, H.D. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. New York: Elsevier Science, 1988. p.77-128.

WOODY, H.D.; FOX, D.G.; BLACK, J.R. Effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. **J. Animal Sci.**, v.57, p.717-726, 1983.