SORAIA MARQUES PUTRINO

**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**

SORAIA MARQUES PUTRINO

**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**

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

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Leme

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

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

P993c

Putrino, Soraia Marques

Composição corporal, exigências de energia e proteína para
ganho e composição da carne de novilhos Nelore alimentados com
dietas... / Soraia Marques Putrino – Pirassununga, 2006.

100 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. Paulo Roberto Leme.

Unitermos: 1. Bovinos, nutrição 2. Milho, processamento
3. Bovinos, composição corporal 4. Carne I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Soraia Marques Putrino

Tese apresentada a Faculdade de
Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor.
Área de concentração: Qualidade e
produtividade Animal

Aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Àqueles sem a qual minha vida não teria sentido:

Meus queridos pais e amigos Inez e Orlando;

Meus companheiros de todas as horas Fernando e Sara;

Ao amor da minha vida Carlos;

Às minhas meninas Tami, Shiva, Aisha e Taiga.

AGRADECIMENTOS

À minha família pela ajuda em todos os momentos, em especial aos meus queridos Carlos, Fernando e Sara, companheiros de muitos dias de trabalho.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, por toda minha formação acadêmica.

Ao professor Paulo Roberto Leme pela orientação e ensinamentos.

Aos professores Catarina Abdalla Gomide, César Gonçalves de Lima, Dante Pazzanese Duarte Lanna, Jacinta Diva Ferrugem Gomes e Pedro Eduardo de Felício, e pesquisador Guilherme Fernando Alleoni pelo auxílio, trabalho em conjunto e amizade.

Ao Saulo, Josiane e Angélica pela ajuda durante o desenvolvimento do projeto.

À Cinara pelo auxílio na execução de parte deste experimento e pelo início de uma grande amizade.

Aos queridos amigos Juliana, Arlindo, Gustavo e Marcinha pela boa convivência durante todos estes anos.

À FAPESP e CAPES pelo financiamento do projeto e da bolsa de estudos, respectivamente.

Aqueles que deram sua importante contribuição para a realização deste projeto: Sr. Borginho; Fernando Schalsh; funcionários do Gado de Corte; funcionários do Matadouro; funcionários da Fábrica de Ração; funcionários da Bromatologia, funcionários e estagiários da Bioquímica, Ricardo e Mané, Muzambinho, dona Olinda, Tuka, Andréia, funcionários do ITAL e estagiários do experimento.

EPIÍGRAFE

As árvores nunca ficam paradas. Elas florescem e depois perdem as folhas. As marés sobem, depois descem. Às noites, seguem-se os dias, que se transformam em noites. A vida é um ciclo constante de mudanças e do que ainda vai mudar. E, somos parte de tudo isso. Nós estaremos aqui por um tempo, mas só até que este tempo termine. Nós só temos esse tempo para deixar as marcas pelas quais queremos ser lembrados. Deveríamos perceber que nós somos tão importantes quanto as nuvens, as marés e as estações. Nós temos nosso lugar e devemos fazer a nossa parte da melhor maneira possível no ciclo contínuo da vida.

Rhoda-Katie Hannan

RESUMO

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.** 2006, 100 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2006.

A pecuária de corte no Brasil evoluiu muito em produtividade e qualidade do produto final, determinantes para a manutenção da atividade. A pesquisa no setor pecuário visa incrementar o lucro ao pecuarista, auxiliar na melhora das carcaças para o frigorífico e garantir carne de qualidade ao consumidor. A raça Nelore, amplamente difundida pelo país, sofre com o manejo nutricional deficiente, que prejudica o desempenho produtivo. O grão de milho é muito utilizado como fonte energética para os bovinos e estudos buscam melhorar o aproveitamento do amido do grão, como o fornecimento de grãos processados como milho úmido. Outra fonte energética para a suplementação de bovinos seria a gordura protegida da degradação ruminal. Neste experimento objetivou-se ampliar o conhecimento dos efeitos de alimentos energéticos (dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal) sobre a digestibilidade total, composição corporal e da carne de novilhos da raça Nelore. Não houve efeito dos tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade ou para a porcentagem de nutrientes digestíveis totais. Os tratamentos também não alteraram a composição corporal e as exigências líquidas de energia e proteína para ganho de peso. A inclusão de gordura à dieta reduziu a porcentagem de água e elevou o extrato etéreo da carne. Quanto ao perfil de ácidos graxos, o milho úmido aumentou os poliinsaturados, e a inclusão da gordura os ômega 6. Os cortes cárneos diferiram tanto na composição química quanto no perfil de ácidos graxos.

Palavras-chave: composição química da carne, exigências para ganho de peso, gordura protegida da degradação ruminal, nutrição, perfil de ácidos graxos da carne, processamento milho

SUMMARY

PUTRINO, S. M. **Body composition, energy and protein requirements for gain and meat composition of Nellore steers fed with diets with dry or high moisture corn grain containing ruminal protected fat.** 2006, 100 p. Thesis (Doctorate) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2006.

The beef cattle in Brazil have been a great development on productivity and quality of end product. These are decisive for the maintenance of the activity. Researchs about cattle look for to increase the profit to the farmer, improve the quality of carcasses for slaughtered and to guarantee quality meat to consumer. Nelore breed, the mostly cattle of Brazilian herd, suffers with deficient nutritional handling that reduce the performance of animals. The corn grain is very used as energy source for cattle and researchs look for to improve the digestibility of starch of grain, as the supply of processed grains as high moisture corn grain. Another energy source for feed cattle is ruminal protected fat. In this study looks for increased the knowledge of effects of energetic foods (diets containing dry or high moisture corn grain with or without ruminal protected fat) on total digestibility, body composition and meat composition of Nellore breed steers. There was no effect of diets on digestibility coefficients or The percentage total digestible nutrients. Diets didn't also change the body composition and net requirements of energy and protein for weight gain. The addition of fat reduced the percentage of water and increased ether extract in the meat. About the fatty acids profile, high moisture corn grain increased polyunsaturated, and fat increased omega 6. Meat cuts differed in chemical composition and fatty acids profile.

Key- words: chemical composition of meat, requirements for weight gain, ruminal protected fat, nutrition, meat fatty acids profile, processing corn

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista da secção da 9 ^a -10 ^a -11 ^a costelas através de um corte perpendicular a coluna dorsal na altura da 12 ^a costela	34
Figura 2. Ingestão de matéria seca (MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em porcentagem do peso vivo de dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal por novilhos Nelore	41
Figura 3. Energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) em Mcal por kg de matéria seca (MS) de dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal por novilhos Nelore	45
Figura 4. Ingestão de matéria seca (MS) em kg e em porcentagem do peso vivo (%PV), eficiência alimentar (EA) e ganho de peso em jejum (GPJ) de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho	46
Figura 5. Ingestão de matéria seca (MS) em kg e em porcentagem do peso vivo (%PV) por novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da presença da gordura	47
Figura 6. Rendimento de ganho de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal	49
Figura 7. Valores de nitrogênio uréico no sangue (NUS) de novilhos Nelore alimentados com dietas com milho grão úmido ou seco contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	50
Figura 8. Gordura corporal em função do peso corporal vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho	55
Figura 9. Gordura corporal em função do peso corporal vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da inclusão de gordura	55
Figura 10. Energia retida em Mcal/dia (ER) e ingestão de energia metabolizável em Mcal/dia (IEM) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho.....	56
Figura 11. Energia retida em Mcal/dia (ER) e ingestão de energia metabolizável em Mcal/dia (IEM) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da presença de gordura	57
Figura 12. Energia retida (Mcal/dia) em função do ganho de peso vazio (kg/dia) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho	57

Figura 13. Energia retida (Mcal/dia) em função do ganho de peso vazio (kg/dia) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da presença de gordura	58
Figura 14. Gordura residual (observada menos a predita pela equação) em função da gordura predita para novilhos Nelore, alimentados com milho grão seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	59
Figura 15. Proteína residual (observada menos a predita pela equação) em função da proteína predita para novilhos Nelore, alimentados com milho grão seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	59
Figura 16. Energia retida como proteína (% da energia retida) em função da energia retida (Mcal/dia) por novilhos Nelore em função dos tratamentos alimentares	60
Figura 17. Comparação entre teor de água dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b) filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2)	63
Figura 18. Comparação entre teor de proteína bruta dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b) filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2)	64
Figura 19. Comparação entre teor de extrato etéreo dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b) filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2)	65
Figura 20. Comparação entre teor de matéria mineral dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b) filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2)	66
Figura 21. Comparação entre ácidos graxos dos cortes contra-filé, lagarto e paleta de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados por Rule et al. (1995) (2)	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Porcentagens de ácidos graxos nos lipídios do tecido adiposo subcutâneo e no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos, ovinos e suínos alimentados com dietas convencionais	24
Tabela 2. Ingredientes das rações experimentais (valores expressos em porcentagem da matéria seca)	30
Tabela 3. Análise das rações oferecidas e dos ingredientes das rações	40
Tabela 4. Digestibilidade de dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal por novilhos Nelore.....	42
Tabela 5. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal	48
Tabela 6. Espessura de gordura subcutânea (mm) de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal	49
Tabela 7. Composição do corte da 9 ^a -10 ^a -11 ^a costelas e do corpo vazio (CVz) de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal.....	52
Tabela 8. Composição do corpo vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal no início e final do experimento	53
Tabela 9. Taxa de deposição dos componentes químicos corporais e composição do ganho de peso vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	54
Tabela 10. Nível descritivo do teste F (valores de P) da composição centesimal de cortes cárneos de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	61
Tabela 11. Composição centesimal da carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares	61
Tabela 12. Composição centesimal da carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos cortes cárneos	62
Tabela 13. Composição da carne na matéria desengordurada de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos cortes cárneos	66
Tabela 14. Porcentagem de ácidos graxos nas dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal fornecidas a novilhos Nelore	67
Tabela 15. Nível descritivo do teste F (valores de P) do perfil de ácidos graxos dos cortes cárneos de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	69

Tabela 16. Porcentagem de ácido graxo na carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares e cortes cárneos	71
Tabela 17. Nível descritivo do teste F (valores de P) das somas e relações de ácidos graxos dos cortes cárneos de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	75
Tabela 18. Soma dos totais de ácidos graxos (em porcentagem) e suas relações na carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares e cortes cárneos	76
Tabela 19. Nível descritivo do teste F (valores de P) dos ácidos graxos identificados apenas no contra-filé de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal	78
Tabela 20. Porcentagem de ácido graxo no contra-filé de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares	79
Tabela 21. Porcentagem de ácido graxo na carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores tipo de milho e gordura na dieta	80
Tabela 22. Porcentagem do ácido graxo C18:2 t11 c15 na carne de novilhos Nelore, alimentados com dieta com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores tipo de milho e corte carne	80
Tabela 23. Porcentagem de ácido graxo na carne de novilhos Nelore, alimentados com dieta com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores gordura na dieta e corte carne	81
Tabela 24. Porcentagem de ácido graxo e relação entre poliinsaturados e saturados na carne de novilhos Nelore, alimentados com dieta com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores tipo de milho, gordura na dieta e corte carne	82
Tabela 25. Análise sensorial do contra-filé de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal	83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A raça Nelore	3
2.2. Fontes de energia na dieta: amido	3
2.3. Fontes de energia na dieta: gordura protegida da degradação ruminal	6
2.4. Consumo e digestibilidade	8
2.5. Composição corporal e ganho de peso	10
2.6. Exigências de energia e proteína	12
2.7. Lipídios	14
2.8. Composição da carne: centesimal e perfil de ácidos graxos	20
2.9. Influência do perfil de ácidos graxos sobre as características organolépticas da carne bovina	26
3. OBJETIVOS	28
4. MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1. Local	29
4.2. Animais e alimentação	29
4.2.1. Análises bromatológicas das rações	30
4.3. Experimento I: ensaio de digestibilidade	31
4.3.1. Análise estatística	32
4.4. Experimento II e III: composição corporal e composição da carne	32
4.4.1. Confinamento e abate dos animais	32
4.4.2. Análises de nitrogênio originário da uréia do sangue	32
4.4.3. Abate e composição corporal	33
4.4.3.1. Local	33
4.4.3.2. Procedimentos	33
4.4.4. Experimento II: composição corporal	34
4.4.4.1. Estimativa do peso vazio corporal e composição do corpo vazio	34
4.4.5. Experimento III: composição da carne	35
4.4.5.1. Colheita de amostras	35
4.4.5.2. Composição centesimal da carne	36
4.4.5.3. Perfil de ácidos graxos da carne	37
4.4.5.4. Análise sensorial	38
4.4.6. Análises estatísticas	38
4.4.6.1. Desempenho, uréia, composição corporal e análise sensorial	38
4.4.6.2. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne	38
5. RESULTADOS	40
5.1. Experimento I: ensaio de digestibilidade	40
5.2. Experimento II	45
5.2.1. Desempenho	45
5.2.2. Análise da uréia sanguínea	50
5.2.3. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para o ganho de peso	51
5.2.4. Energia	56
5.3. Experimento III	60
5.3.1. Composição centesimal da carne	60
5.3.2. Perfil de ácidos graxos da carne	67
5.3.3. Análise sensorial	83

6. CONCLUSÕES	85
7. IMPLICAÇÕES	86
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

1. INTRODUÇÃO

A produção pecuária no Brasil evoluiu muito em produtividade e qualidade do produto final, seja de animais destinados à reprodução, ou carne. Isto é determinante para a manutenção da atividade, como descreve o Anuário DBO (2004): “em 2003 a evolução dos preços da arroba do boi gordo reduziu a margem e descapitalizou os produtores menos eficientes. Na média do país, os custos operacionais subiram 4,7% e a arroba 1,8%. Mas os pecuaristas que mantêm a produtividade alta têm conseguido melhora de rendimento”. A crise na pecuária de corte continua pelo segundo ano consecutivo, cita o Anuário DBO (2005), já que em 2004 a arroba do boi gordo apresentou perdas reais, mas os impactos sobre a produção variam em função da eficiência de cada propriedade.

Os investimentos no setor pecuário e a intensificação da produção podem ser constatados por dados obtidos no Anualpec (2004), que cita que em 2003 havia 2.006.558 animais confinados e 2.357.000 animais semi-confinados no Brasil. Em 2004, o número de confinamentos subiu 5,28% em relação ao ano anterior. E como resultado, o Brasil está colocado entre os principais produtores e exportadores mundiais de carne. O Brasil é o segundo maior produtor mundial (Estados Unidos é o primeiro e China o terceiro), com produção estimada para 2005 de oito milhões toneladas de equivalente carcaça. Os principais exportadores são Brasil, Austrália e Nova Zelândia (Anuário DBO, 2005).

Neste cenário, a pesquisa no setor pecuário é de extrema importância, pois visa incrementar o lucro ao pecuarista, auxiliar na melhora das carcaças para o frigorífico e garantir carne de qualidade ao consumidor.

A raça Nelore, amplamente difundida pelo país, ainda sofre problemas como o manejo nutricional deficiente, que acaba prejudicando o desempenho produtivo. Assim, estudos baseados nas respostas da raça aos diferentes tipos de alimentos utilizados para bovinos contribuem para aumentar o conhecimento sobre as exigências nutricionais do Nelore em ambiente tropical.

O grão de milho, cujo principal componente é o amido, é muito utilizado como fonte energética na composição dos concentrados fornecidos para os bovinos em confinamento ou semi-confinamento. Vários estudos vêm sendo realizados para melhorar o aproveitamento do amido, tal como o fornecimento de grãos processados como o grão de milho úmido.

Outras fontes energéticas para a suplementação de bovinos podem ser utilizadas, como a gordura protegida da digestão ruminal. Os trabalhos sobre este tipo de suplementação para animais destinados ao abate são escassos na literatura, bem como sobre o estudo da composição corporal e eficiência de utilização da energia acima da manutenção por animais zebuínos ingerindo dietas com grão de milho processado associado à gordura protegida.

Simultaneamente, a dieta fornecida ao bovino pode alterar a composição da carne. E o conhecimento desta composição é necessário tanto para o consumidor da carne “in natura” como para a indústria de embutidos, já que o valor nutricional da carne como alimento depende de sua composição. Em geral, os valores utilizados para este tipo de informação são americanos obtidos com animais de genótipos diferentes e principalmente, alimentados de forma diferente dos animais brasileiros. Assim, o estudo da composição da carne de bovinos criados no Brasil é importante, tendo em vista a escassez de trabalhos nesta área.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A raça Nelore

A estimativa do rebanho de bovinos no Brasil para o ano de 2004 é de 164,8 milhões de animais, a maior parte destes animais situada na região centro-oeste seguida pela sudeste, nordeste, sul e norte. Em 2003, 79,49% do rebanho era composto por de animais destinados ao abate, e destes, 16,75% eram animais oriundos de cruzamentos (zebu x zebu, zebu x europeu, e europeu x europeu), e o restante zebuínos, europeus e mestiços de corte, com predominância dos primeiros (Anualpec, 2004).

Dentre os animais com sangue zebuíno, a raça Nelore tem grande importância, pois se expandiu por todo território brasileiro, devido à grande adaptação às condições tropicais.

A ampla utilização da raça no sistema de produção de bovinos de corte estimulou o melhoramento genético aliando adaptabilidade com produtividade. Segundo Pardi et al. (1996), entre os anos de 1968 e 1985 houve um aumento de 6,9 kg, e de 1992 a 1994 de 18,6 kg nas carcaças de animais da raça Nelore.

2.2. Fontes de energia na dieta: amido

O amido é o principal componente de muitos grãos, representa de 70 a 80% da composição dos grãos de cereais e está presente nas raízes e tubérculos de leguminosas, é um polissacarídeo heterogêneo, composto por dois polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina. A maioria dos amidos tem de 10 a 20% de amilose e de 80 a 90% de amilopectina. A amilose é uma molécula linear com 900 a 3000 unidades de D-glicose unidas por ligações α -1,4. A amilopectina é um polímero maior, altamente ramificado com, em média, 104 a 106 unidades de D-glicose unidas por ligações α -1,4 e nos pontos de ramificação unidas por ligações α -1,6, as quais ocorrem a cada 20-25 unidades de glicose (Zeoula et al., 1999).

Segundo French (1973), conforme o alongamento da cadeia de amido, dentro de um limite que varia entre 70 e 150 unidades de glicose, o material torna-se insolúvel em água, sendo difícil ou impossível dissolvê-lo sem o uso de agentes químicos. Para compostos com 500 unidades de glicose ou mais, a amilose pode ser dissolvida somente pelo aquecimento da água. A solubilidade do amido é eficientemente obtida pela destruição da regularidade da cadeia de amilose, como

por exemplo, a introdução de alguns pontos ramificados e a modificação química (substituição dos grupos OH pelo acetato, carboximetil, metil, hidroxietil).

O amido é um nutriente primário nas dietas dos ruminantes (Theurer, 1986), e as fontes de amido mais comumente utilizadas são os grãos de cereais, principalmente os grãos de cevada, milho e sorgo. A utilização do amido destes alimentos pode ser melhorada pelo processamento dos grãos. Entretanto, o aumento da utilização depende do método de processamento, da espécie ruminante e do grão.

O local de maior digestão do amido nos ruminantes é o rúmen (Theurer, 1986). De acordo com Owens et al. (1986), de 18% a 42% do amido do milho e sorgo atingem o intestino delgado, mas com o processamento do grão, essa porcentagem diminui. No intestino delgado são digeridos de 47% a 88% do amido, enquanto no intestino grosso de 33% a 62%. Esses autores ainda afirmaram que o amido digerido no intestino delgado é utilizado com maior eficiência para desempenho dos animais do que quando digerido no rúmen, onde ocorre perda de energia na forma de metano e de calor de fermentação.

Ørskov (1986) citou que a capacidade de digestão do amido no intestino delgado é limitada pela falta de enzimas envolvidas na hidrólise de oligossacarídeos e dioligossacarídeos de cadeia curta. E, além disso, a capacidade de absorção da glicose produzida durante a digestão do amido também é limitada.

Ørskov (1986) citou que os compartimentos do trato gastrintestinal onde ocorre digestão do amido variam em função dos alimentos. Aveia, cevada ou trigo quando fornecidos como grãos inteiros ou amassados têm no mínimo 90% do seu amido fermentado no rúmen. O milho tem uma taxa mais lenta de digestão do amido, mais de 40% pode escapar da fermentação ruminal.

De acordo com Van Soest (1994), o amido tem alta digestibilidade, entretanto a eficiência da digestão do amido no rúmen pode ser influenciada por vários fatores tais como: endosperma, processamento do grão, nível de ingestão do amido, interação proteína e amido, integridade celular e presença de inibidores. Em geral, a digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao conteúdo de amilose (Rooney e Pflugfelder, 1986).

Os grãos com alta umidade podem ser processados de diferentes maneiras antes da estocagem ou alimentação. Para a estocagem em silos, os grãos são colhidos com alto teor de umidade e moídos para permitir que todo o ar seja excluído

durante a ensilagem (Owens et al., 1997). Estes autores observaram através de regressões que o ganho de peso e energia metabolizável foram máximos quando o milho continha entre 30% e 31% de umidade. Provavelmente, este aumento da energia metabolizável reflete a digestibilidade da matéria seca que tende a aumentar com o conteúdo de umidade. O milho úmido, colhido em período anterior ao convencional, moído e estocado em silos é rapidamente degradado no rúmen (Stock et al., 1987b). Galyean et al. (1981) observaram que em sacos de náilon o desaparecimento do amido *in situ* foi maior para o milho laminado a vapor, ou floculado, ou ensilado com alta umidade do que quando comparado ao milho não processado (seco e moído).

Stock et al. (1987a) verificaram que a combinação de milho com alto teor de umidade (que possui rápida fermentação ruminal) com milho seco proporcionou maiores ganhos e melhor eficiência alimentar para bovinos quando comparado àqueles alimentados somente com grão úmido ou seco.

Outra vantagem da utilização de milho úmido na alimentação de bovinos é a possibilidade do plantio de novas culturas já que a colheita do grão é feita em menor tempo do que o convencional.

Segundo Mendonza et al. (1998), a associação de um grão de rápida digestão de amido com um de baixa digestão reduz a incidência de acidose causada pela queda brusca do pH ruminal. Ørskov (1986) cita que pH ruminal diminui, freqüentemente, quando o amido é incluído nas dietas de ruminantes, podendo causar redução da digestão da fibra.

A fermentação do amido ocorre pelas bactérias amilolíticas, que produzem uma maior proporção de ácido propiônico (35 a 45 mol/100 mol de ácidos graxos voláteis) do que as bactérias celulolíticas (15 a 20 mol/100 mol). Mas há problemas metabólicos associados com a utilização de uma grande quantidade e proporção de ácido propiônico (Ørskov, 1986).

Do ponto de vista da fermentação e da captura da energia da fermentação, a produção do ácido propiônico é vantajosa porque assegura que o hidrogênio seja capturado na forma metabolizável ao invés de ser perdido como metano (Hungate, 1966). Por muitos anos acreditou-se que o ácido propiônico poderia ser utilizado mais eficientemente do que o ácido acético. Entretanto, isto é um caso raro, que pode ocorrer em animais no limite da cetose, com toxemia da gravidez ou próximo

da inanição (Ørskov, 1986). Em muitos sistemas de produção é improvável detectar diferença na utilização do ácido acético ou propiônico (Ørskov et al., 1979).

Mas, há problemas ocasionais com o excesso de ácido propiônico, pois este não é completamente metabolizado pelo fígado, promovendo a síntese de ácidos graxos de cadeia ímpar (como C 15:0 e C 17:0) no tecido adiposo. Durante a lactação, o excesso de ácido propiônico não é metabolizado pelo fígado e estimula a produção de insulina. Com isso há um aumento do fluxo de nutrientes para os tecidos e redução da lipólise, com conseqüente redução da produção de leite, particularmente da gordura do leite (Ørskov, 1986).

A taxa e extensão da digestão do amido no rúmen são determinadas pelas relações entre muitos fatores que incluem fonte de amido da dieta, composição da dieta, quantidade de alimento consumido por unidade de tempo, alterações mecânicas (processamento do grão, mastigação), alterações químicas (grau de hidratação, gelatinização), e o grau de adaptação da microbiota ruminal a dieta (Huntington, 1997).

De acordo com Elizalde et al. (1999), a suplementação com grãos pode causar efeitos negativos na digestibilidade da forragem devido às alterações na fermentação ruminal e digestão, ou por um aumento na ingestão de matéria orgânica, que causa decréscimo na digestibilidade da mesma devido ao aumento na taxa de passagem pelo rúmen.

Os animais alimentados com dietas contendo grãos processados gastam menos tempo comendo e ruminando, atividades que estimulam a secreção de saliva, que auxilia na manutenção do pH ruminal correto. Como a produção de ácidos graxos voláteis é alta devido à alta fermentação, o pH frequentemente diminui e o animal sofre acidose e paraceratose (Ørskov, 1986).

2.3. Fontes de energia na dieta: gordura protegida da degradação ruminal

Nas pesquisas sobre o ganho de peso de bovinos, observa-se valores reduzidos de ganho para os animais devido à inadequada ingestão de energia para maximizar os ganhos e otimizar a terminação (Fox & Black, 1984).

Para aumentar a densidade energética da dieta de bovinos de corte em terminação, normalmente são utilizados cerca de 60 a 70% de grãos. Entretanto, esta excessiva quantidade de grãos na dieta pode aumentar a incidência de problemas metabólicos e de sanidade (Swingle, 1995), principalmente em zebuínos,

menos adaptados a dietas concentradas do que animais taurinos. Assim, as opções para aumentar a densidade energética da dieta seriam: processar o grão para aumentar a energia digestível e/ou adicionar gordura à dieta. Porém as respostas à gordura na dieta são variáveis (Figroid, 1971; Haaland et al., 1981).

De acordo com Demeyer & Doreau (1999), dietas concentradas abaixam o pH do rúmen, o que pode inibir a lipólise e a biohidrogenação.

Brandt & Anderson (1995) verificaram que a suplementação de animais em fase de terminação com dietas contendo gordura aumentou o ganho diário e melhorou a eficiência alimentar (Krehbiel et al., 1995; Zinn & Shen, 1996), como resultado da maior energia metabolizável existente nos lipídios em comparação aos carboidratos ou proteína. De acordo com Zinn (1992) e Brandt & Anderson (1995), a adição de gordura a dietas de terminação não afetou a digestibilidade total da matéria seca, matéria orgânica, ou amido, mas aumentou o conteúdo energético da ração.

Entretanto, de acordo Clary et al. (1993) e Zinn & Shen (1996), a adição de gordura para animais em terminação reduziu a ingestão de matéria seca. Warner (1960); e Johnson & McLure (1973) afirmaram que o uso da gordura na alimentação de ruminantes pode causar problemas de palatabilidade assim como diminuir a digestibilidade da fibra, provavelmente devido ao efeito tóxico dos ácidos graxos de cadeia longa sobre as bactérias ruminais (Galbraith et al., 1971; Henderson, 1973).

Os mesmos resultados foram encontrados por Jenkins & Jenny (1989); e Zinn (1989), que constataram que a adição de gordura líquida como o sebo pode interferir na fermentação ruminal e diminuir a digestão da fibra. Efeitos negativos ocorrem primeiramente através de efeitos inibitórios dos ácidos graxos poliinsaturados sobre os microrganismos ruminais. E a gordura líquida colocada diretamente sobre o alimento forma uma película sobre as partículas da forragem, impedindo o ataque dos microrganismos (Devendra & Lewis, 1974).

Em 1980, Palmquist & Conrad citaram que a utilização de cálcio juntamente com a gordura na dieta ajuda a aliviar os efeitos negativos sobre a digestão da fibra em dietas ricas em forragem (com mais de 40% de forragem). O tipo de gordura utilizada também pode afetar estas interações.

Assim, a união de sais de cálcio juntamente com ácidos graxos de cadeia longa (cálcio saponificado) vem sendo muito utilizada como fonte de energia em dietas de vacas em lactação. Este composto se mantém relativamente inerte no rúmen em

condições normais de pH, mas se dissocia completamente nas condições ácidas do abomaso (Jenkins & Palmquist, 1984). Segundo estes mesmos autores, a incorporação destes produtos em dietas de vacas em lactação sugere que os lipídios que escapam da fermentação ruminal aumentam a densidade energética da dieta sem afetar a utilização da forragem.

Além dos benefícios sobre a nutrição dos animais, estas fontes de gordura protegida da degradação ruminal poderiam aumentar a proporção de ácidos graxos insaturados nos tecidos musculares. Reiser (1956) citou que os ácidos graxos insaturados são hidrogenados no rúmen pelos microrganismos, tornando-se, em grande parte, ácidos graxos saturados que serão absorvidos no intestino e depositados no tecido muscular. Os suplementos que possuem gordura protegida da fermentação ruminal podem ser encontrados comercialmente, como é o caso do Alifet®, Megalac®, LAC 100® ou Lacto Plus®.

Nigdi et al. (1990), forneceram dietas com 85% de concentrado contendo 0, 2, 4 e 6% de cálcio saponificado e observaram que o aumento na concentração do composto de cálcio na dieta reduziu a ingestão de matéria seca, proteína bruta e energia bruta, mas a ingestão de ácidos graxos aumentou. O ganho médio diário, e o peso da carcaça quente diminuíram com a adição de cálcio saponificado, mas outras características de carcaça não foram afetadas. A digestibilidade da fibra em detergente neutro aumentou linearmente e a digestibilidade dos ácidos graxos foi similar para os tratamentos de 0, 2 e 4%, mas diminuiu com a utilização de 6% do cálcio complexado.

Hightshoe et al. (1991), forneceram Megalac® e Alifet® para novilhos e novilhas (até 35,8% do suplemento, este fornecido na quantidade de 0,3% do peso vivo), e verificaram que a ingestão de forragem foi maior para os grupos suplementados do que para o controle. Para os grupos suplementados com alto nível de gordura, as novilhas suplementadas com o Alifet comeram menos forragem do que as que receberam o Megalac.

2.4. Consumo e digestibilidade

A ingestão voluntária é determinante para o balanceamento de rações e para o estabelecimento de estratégias de alimentação que permitam maior desempenho de bovinos (Van Soest, 1994; NRC, 1996).

O consumo e a digestibilidade dos nutrientes podem estar correlacionados entre si dependendo da qualidade da ração. Para rações de alta digestibilidade (acima de 66%), ricas em concentrados (acima de 75%) e com baixo teor de FDN (abaixo de 25%), o consumo será menor quanto mais digestivo for o alimento (devido ao maior aporte energético, porém se a taxa de passagem for elevada o consumo poderá ser aumentado), e em rações de baixa qualidade (acima de 75% de FDN), o consumo será maior quanto melhor for a digestibilidade do alimento (Van Soest, 1994; Mertens, 1994).

Fahey Jr. & Berger (1988) e Van Soest (1994) citaram que normalmente, as depressões na digestibilidade são resultantes da competição entre digestão e passagem: um aumento significativo no consumo pode levar a uma maior taxa de passagem, reduzindo a digestibilidade. Desta forma, respostas positivas no consumo estão relacionadas a quedas na digestibilidade da dieta (Fahey Jr. & Berger, 1988).

Segundo Dove (1996), o consumo também pode ser limitado pela deficiência de proteína na ração. Em rações desbalanceadas, com baixa disponibilidade de compostos nitrogenados e ricas em fibra em detergente neutro (FDN), o suprimento de proteína degradada no rúmen é limitante para o crescimento microbiano, o que compromete a digestão da parede celular e conseqüentemente a ingestão de alimentos.

Os microrganismos celulolíticos (digerem a celulose contida na parede celular dos vegetais, que compõem a fração volumosa da dieta dos ruminantes) tendem a diminuir na presença de substratos competitivos como o amido. Os organismos celulolíticos, hemicelulolíticos e pectinolíticos são inibidos por pH baixo que aparece normalmente em dietas de alta proporção de concentrados. Além disso, algumas bactérias ruminais são facultativas quanto ao consumo de celulose e amido; e preferem o amido como substrato já que é facilmente degradável (Van Soest, 1994).

Portanto, a quantidade e composição da dieta são variáveis que afetam a taxa de digestão, taxa de passagem e, portanto, a reciclagem do conteúdo ruminal. A composição da dieta determina a distribuição da população microbiana que digere os nutrientes dos alimentos no rúmen. Assim, dietas com alta proporção de proteínas favorecem organismos proteolíticos e dietas com alta proporção de amido (pobres em fibras) estão associadas com uma grande população de microrganismos amilolíticos (Van Soest, 1994).

Na literatura, são encontrados resultados negativos para zebuínos alimentados com dietas ricas em concentrado: Lanna et al. (1998) revisando trabalhos de zebuínos alimentados com rações em que a fonte energética foi o milho, observaram que por volta de 67% de nutrientes digestíveis totais (NDT) na dieta, a inclusão de concentrado não eleva a digestibilidade ou o valor energético da mesma.

Os zebuínos são mais adaptados às dietas ricas em volumosos: Valadares Filho et al. (1985) verificaram maior digestibilidade da matéria seca em zebuínos em comparação a novilhos holandeses e mestiços Holandês-zebu quando a ração continha menor proporção de concentrado.

2.5. Composição corporal e ganho de peso

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 normal de um animal deve ser entendido como um conjunto de modificações físicas, químicas e funcionais de seu organismo (Boin et al., 1994).

Os principais componentes químicos do corpo de um bovino são água, gordura, proteína e minerais. A maturidade do animal é refletida por aumento na proporção de gordura, enquanto a proporção de água e proteína do corpo se mantém relativamente constante. Os animais mais jovens têm maior proporção de água e menor de gordura, sendo que as concentrações de proteína, cinzas e água diminuem com a idade e com a engorda (Ferreira et al., 1998).

Em relação aos tecidos, os que compõem a carcaça de animais domésticos são, principalmente, ósseo muscular e adiposo. O desenvolvimento de cada um destes tecidos não é sincronizado e isométrico.

A velocidade de crescimento dos diferentes tecidos do corpo é variável em função das fases de crescimento do animal. Inicialmente o tecido ósseo tem maior taxa de crescimento em relação ao músculo e à gordura, nesta ordem. A proporção de ossos na carcaça diminui lentamente à medida que o peso do animal aumenta, apresentando menor variação percentual. Os músculos representam alta porcentagem do peso total ao nascimento, aumentando ligeiramente, e diminuindo à medida que se inicia a fase de deposição de gordura (Lawrence & Fowler, 1997). Segundo Lanna (1997), o tempo que o animal leva para adquirir as características adequadas ao abate talvez seja o parâmetro mais importante nas curvas de crescimento, podendo ser alterada por modificações de manejo e genótipo.

O NRC (1996) mostrou que os teores de gordura e proteína corporal apresentam comportamento quadrático em relação ao peso corporal vazio, com relações inversas: quanto maior o peso corporal maior o teor de gordura e menor o teor de proteína.

A proporção e a velocidade com que os tecidos se acumulam no corpo influenciam o ganho de peso vivo, a eficiência alimentar, a composição do corpo (Shahin et al., 1993) e, conseqüentemente, as exigências nutricionais. Diferenças na musculatura, composição da gordura ou produção de leite podem mudar a proporção de tecidos metabolicamente ativos a alterar a relação entre requerimentos de manutenção e ganho de peso (Koong et al. 1985; Taylor et al., 1986).

As mudanças nas proporções dos tecidos e em sua composição química são influenciadas por vários fatores, dentre os quais se destacam peso, idade, raça, nível de consumo de energia e o sexo (Ferreira et al., 1998). Raças de maturação precoce têm mais gordura e menos proteína em relação às raças de maturação tardia (Reid et al., 1980).

Quanto ao nível de consumo de energia, pode haver modificação do uso da energia ingerida para a síntese de proteína ou lipídios. Jones et al. (1985) observaram que animais alimentados com dietas à base de concentrado, apresentaram maiores teores de gordura na carcaça que aqueles cujas dietas eram à base de volumoso. Mas a extensão em que a composição da carcaça é modificada pelo consumo de energia é também influenciada pelo tipo de bovino (tamanho, maturidade, idade e sexo), sendo que mudanças mais pronunciadas na composição têm sido verificadas em bovinos de maturidade tardia, que possuem maior tendência a depositar proteína (Ferreira et al., 1998). Nestes animais, a redução no consumo de energia tem efeito depressivo maior na retenção de proteína em relação a gordura (Geay, 1984).

O ganho de peso vivo entre raças ou sexos diferentes, a um mesmo peso vivo, depende fundamentalmente do nível de ingestão de energia. Rohr e Daenicke (1984) citaram que com o aumento da ingestão de energia, o ganho de peso é maior em animais com menor peso corporal. Os resultados ainda mostram que animais de maturação tardia apresentam maior ganho de peso em relação aos de maturação precoce, assim como machos inteiros em relação aos castrados. Entretanto, a ingestão de energia tem influência sobre o ganho de peso somente quando a dieta está balanceada em outros nutrientes, principalmente a proteína.

Segundo Barber et al. (1981), a composição corporal afeta diretamente a eficiência de utilização de alimentos para ganho de peso vivo e para produção de carne comestível. Sendo assim, o conhecimento das exigências de energia e proteína para a manutenção e para o ganho de peso vivo de bovinos é de grande importância para o balanceamento de rações.

2.6. Exigências de energia e proteína

As diferenças nas exigências de energia e proteína para ganho são atribuídas às diferenças na composição do ganho de peso (Garret et al., 1959; Geay, 1984).

Lofgreen & Garret (1968) separaram os requerimentos energéticos do animal em energia líquida para manutenção e energia líquida para ganho. A primeira pode variar com a raça, o sexo e o nível nutricional (Koong et al., 1985). Quanto à eficiência de utilização de energia metabolizável para produção, as características da dieta exercem grande influência: valor comparativo entre volumoso e concentrado, teor de fibra, tempo de ingestão e ruminação e as relações de ácidos graxos voláteis no rúmen (Van Soest, 1994).

Segundo Geay (1984), há uma relação curvilínea entre a energia bruta ingerida e a retenção de energia metabolizável pelos animais: incrementos constantes na ingestão diária resultam em retenção progressivamente menor de energia. Isso seria explicado pelo pela taxa de passagem mais rápida, a qual reduz a digestão de amido e de carboidratos estruturais (Ørskov et al., 1969) diminuindo a digestibilidade (Vermorel & Bickel, 1980) e aumentando as perdas nas fezes (Tyrrel et al., 1974).

Além disso, há um aumento de peso de certos órgãos corporais, como o fígado, que provavelmente levaria a uma menor eficiência metabólica. De acordo com Ferrel & Jenkins (1998), as variações na manutenção e eficiência do ganho freqüentemente estão associadas com o peso e a atividade metabólica dos órgãos viscerais. Os tecidos viscerais consomem cerca de 50% da energia destinada à manutenção, enquanto os músculos (apesar de apresentarem maior massa no corpo vazio dos animais) consomem apenas 23% (Catton & Dhuyvetter, 1997). Isso ocorre porque certos tecidos associados com a digestão, como o trato gastrointestinal e o fígado, têm maior reciclagem protéica do que o músculo esquelético (Owens et al., 1993).

De acordo com Lana et al. (1992), as diferenças na composição do ganho de peso são responsáveis pelas maiores exigências de energia de animais em estádios

mais avançados de maturidade fisiológica, pelas maiores exigências de animais precoces em relação aos tardios a um mesmo peso vivo, e pela maior exigência das fêmeas em relação aos machos inteiros.

Fontes (1995) analisou diversos trabalhos de literatura sobre composição corporal e exigências nutricionais de raças zebuínas de corte e cruzados europeu-zebu, inteiros e castrados, e verificou que os animais Nelore apresentaram maiores conteúdos corporais e exigências de energia para ganho de peso que os mestiços, o mesmo ocorrendo com os animais castrados em relação aos inteiros.

Boin (1995) verificou um aumento das exigências de energia líquida para ganho de peso com o aumento do peso vivo e da taxa de ganho de peso para animais Nelore inteiros e castrados. Os animais inteiros apresentaram maior concentração de proteína e menor concentração de energia por quilo de ganho de peso do corpo vazio em relação aos castrados.

As exigências de proteína dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado. A proteína que chega ao intestino delgado é composta pela fração microbiana, fração dietética não-degradada no rúmen e a proteína endógena (Valadares Filho, 1997).

A eficiência de síntese de proteína microbiana será máxima, quando a degradabilidade da proteína dietética atender exatamente às necessidades microbianas, sem que haja limitação da fonte energética, entre outros fatores. No entanto, a eficiência de utilização de proteína nos tecidos será máxima, se a soma da proteína microbiana e da proteína dietética não-degradada no rúmen atender às exigências dos tecidos, em termos quantitativos e qualitativos (Waldo & Glen, 1981).

Segundo o NRC (1996), o cálculo das exigências de proteína metabolizável consiste na soma da proteína digestível não-degradada no rúmen (PdNDR) e a proteína microbiana verdadeira digestível (PMVd). Os requerimentos de proteína bruta (PB) são obtidos pelo somatório da proteína degradada no rúmen (PDR) e a proteína não degradada no rúmen (PNDR). Para este sistema, a PDR consiste em 130 g de PB/kg de nutrientes digestíveis totais (NDT) consumidos. Conhecendo-se a síntese de proteína microbiana e assumindo-se que 80% desta é verdadeira e possui digestibilidade de 80%, chega-se a PMVd. A PdNDR é obtida pela PNDR com correção de 80% de digestibilidade.

As exigências protéicas para ganho de peso variam com a raça, o sexo e a taxa de ganho de peso, sendo maiores nos animais inteiros em relação aos animais

castrados e, para mesmo sexo, são maiores para animais de maturidade tardia em relação aos de maturidade precoce (Geay, 1984). O mesmo autor cita que há um aumento na deposição de proteína com o aumento do ganho diário de peso, independente da raça e, que essa deposição diminui com o aumento do peso vivo (conforme o animal atinge a maturidade).

Vários trabalhos realizados mostraram queda nos requerimentos líquidos de proteína à medida que o peso corporal se elevou (Lana et al., 1992; Boin et al., 1994; Paulino, 1996).

No Brasil, diversos trabalhos foram realizados visando estimar as exigências de proteína para ganho de peso, principalmente com raças zebuínas (Teixeira et al., 1987; Gonçalves et al., 1991; Lana et al., 1992; Pires et al., 1993; Boin, 1995). Nos trabalhos em que foram comparados animais da raça Nelore com mestiços europeu X zebu, os primeiros apresentaram maior exigência de proteína para ganho de peso.

2.7. Lipídios

A associação de qualidade nutricional com características organolépticas apreciáveis é importante na alimentação humana. Uma das maiores preocupações tem sido a ingestão de alimentos sem gordura saturada, reduzindo assim os riscos de doenças cardiovasculares.

Os lipídios são caracterizados pela não solubilidade em água, têm várias funções nos organismos vivos como: reserva de energia, fazem parte dos fosfolipídios e esteróis, podem ser cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos que absorvem luz, âncoras hidrofóbicas, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (Zaia, 2002); e são compostos por ácidos graxos (AG) (Graziola et al., 2002). Por sua vez, segundo os mesmos autores, os AG são ácidos carboxílicos (em geral monocarboxílicos) com um grupamento R: cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de carbonos, podendo ser saturada (sem duplas ligações) ou conter insaturações (uma ou mais duplas ligações). Entre os AG insaturados estão os monoinsaturados (uma insaturação) e os poliinsaturados (mais de uma insaturação).

Os AG insaturados são divididos em 4 classes: ômega (ω)-7, ω -9, ω -6 e ω -3. Esta nomenclatura se refere ao local em que aparece a primeira dupla ligação a partir do terminal metila (carbono mais distante do terminal carboxila). Cada classe é composta por um grupo de AG que podem ser sintetizados biologicamente a partir

daqueles oferecidos na dieta, mas um AG de uma classe não pode ser biologicamente convertido em outra classe (Graziola et al., 2002).

Segundo Pompéia (2002), alguns ácidos graxos são essenciais ao organismo humano, ou seja, são imprescindíveis e não podem ser sintetizados pelo mesmo. Há duas classes de AG essenciais: ω -6 e ω -3, que são normalmente encontrados nos alimentos como ácido linoleico (C 18:2) e ácido linolênico (C18:3), respectivamente. Hornstra (2001) cita que o ácido araquidônico (C20:4), derivado do linoleico, é o mais importante AG poliinsaturado ω -6, pois é o precursor dos eicosanóides (reguladores fisiológicos) e está abundantemente presente no sistema nervoso central. O ácido linolênico pode ser convertido em outros ω -3, e o mais importante é o doicosahexaenóico (C22:6), o maior funcional e estrutural AG poliinsaturado derivado do sistema nervoso central.

Estudos citados por Pompéia (2002) mostram que a deficiência dos AG ômega 6 causou problemas dérmicos e a dos AG ω -3 alterações neurológicas e visuais, com reversão dos sintomas quando havia suplementação. Em ratos, a não suplementação levou os animais à morte. Os AG ω -3 são importantes no desenvolvimento do sistema nervoso central e no funcionamento ideal do mesmo.

A essencialidade dos AG ω -6 e ω -3 no organismo dos mamíferos acontece porque o organismo animal carece de dessaturases que inserem insaturações entre os carbonos 3-4 (ω -3) e 6-7 (ω -6) da porção terminal (metila). Também não há hidrogenases capazes de remover insaturações. Porém, apesar da carência de dessaturases e hidrogenases, o organismo mamífero pode modificar os AG poliinsaturados essenciais de três formas, sempre relacionadas à porção terminal carboxila: inserindo insaturações, alongando a cadeia pela inserção de pares de carbonos ou descarboxilando a cadeia retirando pares de carbonos. Assim, apesar de possíveis mudanças, as insaturações presentes na porção metila nunca se alteram. Com relação às dessaturases que atuam no terminal carboxila, estas têm ação preferencial sobre os AG ω -3, depois ω -6 e por último, ω -9. Devido a esta competição de AG por dessaturases, sugere-se, numa dieta ideal, maior quantidade de ω -6 do que ω -3, com controvérsia entre os autores sobre a proporção ideal, que varia de 4:1 a 14:1 (Pompéia, 2002).

Hoje, a proporção ω -6 consumido é muito maior que a de ω -3, alterando a relação ideal preconizada. Segundo Simopoulos et al. (1999), há necessidade de diminuir o consumo de óleos vegetais ricos em ácido linoleico (classe ω -6) e aumentar os AG poliinsaturados ω -3 para o ótimo funcionamento do cérebro e sistema cardiovascular.

De acordo com Graziola et al. (2002), outro fator importante a ser abordado sobre os AG insaturados é que pode ocorrer isomeria em torno da dupla ligação, denominada configuração *cis* ou *trans*. A quase totalidade dos AG insaturados que ocorrem na natureza apresentam duplas ligações na configuração geométrica *cis*. Os AG *trans* são isômeros dos AG insaturados naturais e sempre fizeram parte da dieta humana, cujas fontes eram produtos derivados da carne e do leite de animais ruminantes (no rúmen as isomerases bacterianas são capazes de converter as duplas ligações). Mas, no século passado houve um aumento da ingestão de AG *trans* a partir da descoberta do processo de hidrogenação parcial, utilizado para a produção de margarinas, por exemplo.

Padovese & Mancini Filho (2002) citaram que muitos trabalhos publicados nos últimos anos mostraram que há um aumento da concentração de colesterol sanguíneo quando consumido AG *trans* em detrimento dos alimentos sem a gordura hidrogenada. Estes mesmos estudos mostram que esse aumento no colesterol é menor do que o observado para as gorduras saturadas. Entretanto, é importante enfatizar que embora os AG *trans* e AG saturados aumentem a concentração plasmática do LDL (lipoproteína de baixa densidade), os AG *trans* também diminuem a concentração de HDL (lipoproteína de alta densidade), elevando a relação LDL/HDL.

O colesterol ocorre na membrana celular de todos os animais terrestres, e o consumo desta substância não altera necessariamente o colesterol plasmático, pois a redução da síntese do colesterol endógeno (metade do colesterol do corpo é proveniente do acetato) compensa o aumento do consumo.

Existem três tipos de lipoproteínas no sangue: lipoproteínas de baixa densidade (LDL) nas quais o colesterol representa 46% da molécula, lipoproteínas de alta densidade (HDL) com 20% de colesterol e lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL) com 8% de colesterol. As LDL são responsáveis pela distribuição do colesterol para os tecidos extra-hepáticos: o colesterol liberado da LDL é

incorporado nas membranas celulares, armazenado na forma de ésteres de colesterol ou utilizado para a síntese de hormônios esteróides em alguns tecidos (suprarenal e gônadas). Assim, a captação de LDL regula a concentração plasmática e intracelular de colesterol, evitando problemas cardiovasculares (Hirata & Hirata, 2002). As HDL são fundamentais no transporte reverso de colesterol, removendo o excesso dos tecidos periféricos e transportando-o para o fígado, onde é metabolizado e eliminado na forma de sais biliares (Hirata & Hirata, 2002).

No plasma, os constituintes lipídicos trocam entre as classes de lipoproteínas. Lagrost & Barter (1991) citaram que pesquisas revelaram que há um fator específico, a proteína éster colesterol transferase (PECT), que é responsável por todas as atividades de transferência dos ésteres de colesterol e triacilglicerol no plasma. Assim, os ésteres de colesterol, sintetizados principalmente na HDL, são transferidos para a VLDL e LDL pela presença da PECT. O aumento da ligação da PECT com as lipoproteínas ocorre paralelamente ao aumento da transferência dos ésteres de colesterol entre a HDL e LDL. Assim os fatores que influenciam na ligação da PECT com as lipoproteínas podem ser importantes para a regulação da transferência dos ésteres de colesterol.

Lagrost & Barter (1991) afirmaram que a taxa de transferência da HDL para a LDL através da PECT foi reduzida por altas concentrações de AG insaturados *cis*. Lagrost (1992) estudou os efeitos do AG isômeros monoinsaturados *cis* (ácido oleico: C18:1 c9) e *trans* (ácido elaídico: C18:1 t9) sobre a transferência dos ésteres de colesterol entre a HDL e LDL regulada pela PECT. Os AG atuaram de forma diferente sobre a redistribuição dos ésteres de colesterol assim como sobre a massa transferida do HDL para o LDL: com uma proporção alta de AG sobre lipoproteína, a transferência dos ésteres de colesterol foi inibida pelos isômeros *cis* e aumentada pelos *trans*. Segundo o autor, os isômeros podem ter diferentes habilidades em regular a ligação dos ésteres de colesterol com o sítio de ligação da PECT ou regular a interação da PECT com a superfície das lipoproteínas.

A pesquisa realizada por Lagrost & Barter (1991) observou que os AG não esterificados podem influenciar a PECT dependendo do comprimento e do grau de insaturação da cadeia carbônica: os AG saturados de cadeia curta (caprílico: C8:0 e cáprico: C10:0) não afetaram a taxa de transferência dos ésteres de colesterol, enquanto os de cadeia média (láurico: C12:0, mirístico: C14:0, palmítico: C16:0 e esteárico: C18:0) aumentaram significativamente a transferência da HDL para a LDL.

por ação da PECT. Em baixas concentrações, os AG insaturados também estimularam a redistribuição dos ésteres de colesterol da HDL para LDL através da PECT, mas uma alta concentração dos ácidos oleico, linoleico (C18:2 c9,12) ou araquidônico (C 20:4 c5,8,11,14) inibiu o processo de transferência: o aumento da polaridade dos AG insaturados devido à presença das duplas ligações está associado com o decréscimo da capacidade das lipoproteínas em alojar AG não-esterificados. Assim, as concentrações de AG aumentam e progressivamente há mais AG não ligados às lipoproteínas. Se esses AG se ligarem a PECT competindo com as lipoproteínas, podem funcionar como inibidores competitivos do processo de transferência. Entretanto, segundo os autores, esta grande proporção de ácidos graxos não esterificados em relação às lipoproteínas é improvável de ocorrer no plasma *in vivo*.

Os AG *trans* aumentam também a concentração plasmática da lipoproteína Lp(a) em relação aos AG saturados e monoinsaturados. As partículas de Lp(a) são moléculas de LDL que têm uma glicoproteína extra (apoproteína). Apesar da semelhança estrutural, os fatores que determinam as concentrações plasmáticas da Lp(a) e LDL diferem sensivelmente. A composição da dieta, por exemplo, exerce grande influência sobre os valores de LDL, mas quase nenhum sobre a Lp(a), exceto os AG *trans*, mas que ainda assim têm efeitos modestos quando comparados com os fatores genéticos. Também foi observado aumento de triacilgliceróis no plasma, o que está relacionado aos baixos valores de HDL (Padovese & Mancini Filho, 2002).

A partir dos estudos metabólicos e epidemiológicos pode ser estabelecida uma relação entre o consumo de AG *trans* e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, mas segundo Padovese & Mancini Filho (2002) são necessários experimentos clínicos controlados. Os mesmos autores citam que por outro lado, o ácido linoleico conjugado (CLA), composto por uma mistura de isômeros geométricos e de posição do ácido linoleico, é considerado o mais potente AG com ação anticâncer. Em ratos, o CLA (numa concentração de 1% do total de lipídios da dieta) inibiu parcialmente a carcinogênese de pele, estômago e glândula mamária. O modo de ação do CLA pode ser a conversão para alguma substância ativa essencial para a inibição da carcinogênese, ou ativação do sistema imune: o CLA parece estimular a proliferação de linfócitos, a atividade citotóxica de linfócitos e a atividade bactericida de macrófagos (mas ao mesmo tempo diminui a capacidade de

fagocitose destes). Pesquisas recentes sugerem que o CLA compete com o ácido linoleico para a biossíntese do ácido araquidônico, um precursor dos eicosanóides, que estão associados com o aumento de tumores (McGuire & McGuire, 1999).

O CLA é um ácido graxo com oito possíveis isômeros geométricos (Ha et al., 1987), entretanto dois (C18:2 *cis*-9, *trans*-11 e C18:2 *trans*-10, *cis*-12) são isômeros predominantes encontrados nos tecidos de animais (Chin et al., 1992). A origem natural do CLA é a isomerização microbiana do ácido linoleico da dieta (Chin et al., 1994). Portanto, espécies ruminantes e seus produtos são fontes ricas de CLA (Chin et al., 1992). A alimentação destes animais altera a quantidade de CLA nos tecidos: ruminantes alimentados com grãos e forragem ensilada ou seca têm menor quantidade de CLA do que aqueles submetidos à pastagem (Jiang et al., 1996).

Ha et al. (1989) citaram que a quantidade de CLA pode ser aumentada nos alimentos que foram processados com calor (pasteurização do leite, carnes fritas), além de ser estável e não destruído pelo cozimento ou estocagem. A carne e o leite dos ruminantes em geral apresentam níveis de CLA entre 3 e 7 mg/g de gordura, podendo ser aumentado naturalmente com a alimentação do animal (Kelly et al., 1998).

Segundo McGuire & McGuire (1999), o CLA também pode ter uma ação antioxidante e pode atuar na partição de nutrientes. O fornecimento de CLA para frangos (Cook et al., 1993) e ratos (Miller et al., 1994) causou menor perda de peso quando os animais foram submetidos ao estresse catabólico. Ostrowska et al. (1999) verificaram maior quantidade de carne magra em suínos em crescimento alimentados com dietas enriquecidas com CLA. O metabolismo lipídico também pode ser alterado, mas de forma diferente a partir dos isômeros de CLA (C18:2 *cis*-9, *trans*-11; C18:2 *trans*-10, *cis*-12 e C18:2 *trans*-9, *trans*-11). Park et al. (1999) observaram, *in vitro*, que o *trans*-10, *cis*-12 reduziu a atividade da lipase lipoprotéica, do triacilglicerol e glicerol intracelular, e aumento da liberação de glicerol no meio. Mas o *cis*-9, *trans*-11 e o *trans*-9, *trans*-11 não afetaram estes componentes. Chouinard et al. (1999) citaram que a infusão de CLA no abomaso de vacas em lactação reduziu a porcentagem de gordura do leite e, portanto a lipogênese. O isômero que deprimiu a gordura no leite foi o *trans*-10, *cis*-12; o *cis*-9, *trans*-11 não causou efeito.

Park et al. (1997); e Cook et al. (1997) observaram em estudos com ratos e suínos que o CLA induz a um decréscimo nos níveis de gordura corporal e aumento da massa muscular magra.

Segundo Franco (2001), os AG poliinsaturados são os mais eficazes na ação depressiva dos lipídios do plasma. Portanto, para atender o mercado consumidor, é importante que a gordura dos alimentos seja principalmente composta destes AG.

2.8. Composição da carne: centesimal e perfil de ácidos graxos

A carne tem um importante papel nutricional devido ao seu alto valor biológico. Os componentes nutricionais da carne podem ser digeridos facilmente, o valor biológico da sua proteína é alto e é uma importante fonte de macro e micro elementos (Bruce, 1994).

A carne dos ruminantes é uma importante fonte de nutrientes e é muito apreciada sensorialmente. As características biológicas dos músculos, a gordura intramuscular e o tecido adiposo da carcaça determinam as qualidades dietéticas e organolépticas da carne (Geay et al., 2001). De acordo com estes mesmos autores, estas características resultam de muitos fatores que incluem a nutrição, o estado fisiológico e o tipo genético do animal, bem como o sistema de criação (capim ou grão, sistema de pastagem ou de confinamento).

Enquanto a composição química dos músculos é relativamente constante (cerca de 75% de água, 19 a 25% de proteínas e 1 a 2% de minerais e carboidratos), a composição química da carne é altamente variável, especialmente quanto aos lipídios (Geay et al., 2001). Em geral, a quantidade e a natureza dos lipídios armazenados no músculo depende das condições de alimentação, da digestão, da absorção intestinal, do metabolismo hepático e do sistema de transporte de lipídios para o músculo (Geay et al., 2001).

Pearson (1981) citou que a quantidade e a composição dos lipídios no corpo de um animal são altamente variáveis, principalmente em relação à espécie e ao tipo de alimentação. Segundo o mesmo autor, a idade dos animais influencia a quantidade de lipídios no tecido ocorrendo, em geral, aumento conforme o animal fica mais velho. E a maior diferença na composição de lipídios é entre ruminantes e não-ruminantes, pois os não-ruminantes tendem a depositar os lipídios na forma em que estão na dieta, enquanto que no rúmen, os microrganismos, por biohidrogenação, podem alterar a composição dos lipídios da dieta.

Em ruminantes desmamados, uma grande quantidade de AG insaturados da dieta é hidrogenada no rúmen, o que conduz a uma quantidade pequena de AG insaturados intramusculares em bovinos e ovinos, quando comparados a suínos e aves (Hocquette & Bauchart, 1999). Segundo Leseigneur & Gandemer (1991), os AG insaturados têm um papel importante na determinação dos sabores e aromas, mas por outro lado, o aumento destas proporções diminui a estabilidade oxidativa da gordura dos músculos, o que favorece o processo de deterioração através da rancificação (Shahidi, 1992).

Williams et al. (1983) relataram que o consumo de dietas ricas em grãos aumenta o teor de triacilgliceróis e altera o perfil de AG, aumentando o ácido oleico e o conteúdo de monoinsaturados. Dietas baseadas em forragens têm altas concentrações de AG saturados a poliinsaturados devido à grande porcentagem de ácido esteárico, linoleico e linolênico (C18:3 c9,12,15). Duckett (2002) citou que após 112 dias de confinamento, o teor de gordura intramuscular atingiu um platô em animais ingerindo dietas com alto teor de concentrado. Segundo a autora, o aumento desta gordura ocorre a partir do aumento das células gordurosas (adipócitos) sem o aumento dos componentes estruturais das células (fosfolípidios). Assim, há um decréscimo do conteúdo de AG poliinsaturados com o aumento do tempo de confinamento.

A gordura na carne bovina está dividida em gordura subcutânea (recobre a carcaça), intermuscular (entre os músculos) e intramuscular (dentro dos músculos), esta determinada quimicamente usando uma porção de carne sem gordura visível (Solomon & Elsasser, 1991). A composição de AG difere entre os vários tecidos citados, e a maior ênfase deve ser dada ao perfil de AG da gordura intramuscular, que não pode ser removida antes do consumo, com um impacto inevitável sobre a saúde humana (De Smet et al., 2004). Os mesmos autores citam que a proporção de AG poliinsaturados sobre saturados diminui à medida que aumenta a porcentagem de gordura intramuscular até um ponto de estabilização: em raças gordas a proporção pode baixar até 0,05 e em raças magras pode aumentar até valores maiores que 0,5 (como animais de musculatura dupla). De acordo com Wood & Enser (1997), a relação entre os AG poliinsaturados e saturados para a carne de bovinos e ovinos está entre 0,11 e 0,15; valores abaixo dos recomendados para os humanos, que deve ser acima de 0,4 (Departamento de Saúde do Reino Unido, apud Wood et al. 2003).

Segundo Duckett (2002), a gordura de marmoreio é composta por cerca de vinte AG, e seis correspondem a 92% do total (oleico, palmítico, esteárico, linoleico, palmitoleico: C16:1 e mirístico). Segundo Penny & Shaomei (1997), o ácido mirístico é o mais potente ácido graxo saturado e dos ácidos graxos saturados, o esteárico é o único que parece ser neutro (não eleva os níveis de colesterol sanguíneo). Monegaglia & Beyruti, (2004) citaram que o ácido esteárico, quando consumido pelos humanos, é absorvido pelo intestino e transportado até o fígado pelos quilomícrons (lipoproteínas ricas em triacilgliceróis da dieta que fazem o transporte endógeno dos AG). No fígado é transformado em ácido oleico (monoinsaturado) voltando à circulação sem acarretar risco cardiovascular. Os AG monoinsaturados exercem um efeito neutro ou ligeiramente hipocolesterolêmico; os AG trans têm efeito intermediário aos saturados e insaturados *cis*; e os poliinsaturados são potentes hipocolesterolêmicos (Penny & Shaomei, 1997).

Nas gorduras monoinsaturadas, o principal ácido graxo é o oleico, encontrado nos óleos de oliva, canola e amendoim, e é o ácido graxo mais abundante na maioria dos músculos. Nas gorduras poliinsaturadas, o AG mais comum é o linoleico que possui as duplas ligações na posição ω -6. Ele ocorre predominantemente em oleaginosas como o girassol e óleo de milho, e aparece em pequena quantidade na carne. Quantidades menores de AG poliinsaturados com dupla ligação na posição ω -3 ocorrem em peixes, verduras, óleo de canola e da linhaça, e são encontrados em quantidades variáveis na carne vermelha dependendo da dieta do animal.

A gordura de marmoreio também possui os AG resultantes da biohidrogenação ruminal: CLA. No rúmen, o CLA é obtido da hidrogenação do ácido linoleico da dieta por bactérias como a *Butyrivibrio fibrisolvens* (Duckett, 2002). A produção de CLA nos ruminantes é regulada principalmente pelo tipo de alimentação: mais ou menos rica em AG poliinsaturados ω -3 e ω -6 (Enser et al., 1999). Assim, dietas baseadas em pastagens (ricas em linolênico, um ω -3) aumentam a produção de CLA quando comparadas às dietas baseadas em feno; e a produção é maior com capim jovem na primavera do que capim velho no outono (Lawless et al., 1996). Segundo os mesmos autores, a produção de CLA ainda é significativamente maior em animais alimentados com rações contendo sementes de oleaginosas (linoleico, um ω -6 ou linolênico) ou com seus óleos vegetais equivalentes não protegidos da fermentação ruminal. A adição de óleo de peixe às dietas dos animais também pode elevar a produção de CLA (Chilliard et al., 1999).

Doreau & Ferlay (1994) estimaram que a biohidrogenação *in vivo* dos ácidos linoleico e linolênico nos ruminantes foi 80% e 92%, respectivamente, diminuindo mais a disponibilidade duodenal do ácido linolênico quando comparado ao linoleico.

Duckett (2002), também citou que a gordura de marmoreio possui ainda ácidos graxos de cadeia ímpar como o pentadecílico (C 15:0) e margárico (C 17:0), devido à incorporação de propionato ao invés de acetato na síntese *de novo* dos ácidos graxos. A biossíntese de ácidos graxos (síntese *de novo*) ocorre a partir do acetato no tecido adiposo dos ruminantes, e a partir da glicose em suínos. Em qualquer uma das espécies, os carbonos do acetato e da glicose entram na biossíntese de ácidos graxos pela via de produção de malonil-CoA, através da reação da acetil-CoA carboxilase, e então há produção de palmitato (ácido palmítico) a partir da enzima ácido graxo sintase. Depois da síntese do palmitato, o ácido esteárico é produzido por elongação da cadeia de carbonos, e então, o ácido oleico é formado por dessaturação do esteárico no nono átomo de carbono. Na Tabela 1 é possível observar que no tecido adiposo, o ácido palmítico representa a maior quantidade de ácido graxo saturado, indicando que este é o maior produto final da síntese *de novo* de ácidos graxos. A menor porcentagem de esteárico comparado com o palmítico indica que este é um produto intermediário a outro ácido graxo, e as proporções de oleico nas três espécies indica que este é o maior produto final. Outras elongações e dessaturações com relação à terminação metila dos ácidos graxos não são possíveis em vertebrados, pois estes não possuem as enzimas necessárias. Assim a pequena quantidade de linoleico observada na Tabela 1 mostra que ele derivou da dieta (Rule et al., 1995).

Tabela 1. Porcentagens de ácidos graxos nos lipídios do tecido adiposo subcutâneo e no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos, ovinos e suínos alimentados com dietas convencionais¹

Ácido graxo	Nome	Espécie		
		Bovinos	Ovinos	Suínos
Tecido adiposo				
C 14:0	Mirístico	4	4	1
C 16:0	Palmítico	28	26	24
C 18:0	Esteárico	11	16	13
C 18:1	Oleico	43	41	44
C 18:2	Linoleico	3	3	12
Tecido muscular				
C 14:0	Mirístico	4	3	1
C 16:0	Palmítico	27	25	25
C 18:0	Esteárico	13	11	11
C 18:1	Oleico	38	46	49
C 18:2	Linoleico	8	6	7

Fonte: Rule et al. (1995)

1: Dietas de confinamento tipicamente pobres em gordura (cerca de 3%).

Em geral, a composição de AG da gordura intramuscular da carne bovina é de cerca de 44% de saturados, 5% de cadeia ímpar, 45% de monoinsaturados e 5% de poliinsaturados (Duckett, 2002). Para alterar a composição desta gordura, é necessário o fornecimento de AG insaturados que escapem da biohidrogenação ruminal para subsequente absorção e deposição. Scott & Ashes (1993) citaram que a adição de gordura protegida da biohidrogenação ruminal induz a uma elevada modificação da composição de AG dos lipídios em bovinos em crescimento. A biohidrogenação ruminal de uma dieta insaturada, em novilhos confinados alimentados com alta proporção de concentrado, é de cerca de 64 a 69% da ingestão. O conteúdo de AG insaturados de uma dieta típica de confinamento, da digesta do duodeno e da gordura de marmoreio é de 79, 20 e 49%, respectivamente (Duckett, 2002).

Os lipídios musculares são compostos por lipídios polares, principalmente fosfolipídios localizados nas membranas celulares, e lipídios neutros constituídos principalmente de triacilgliceróis nos adipócitos que estão locados ao longo das fibras musculares na área interfascicular (De Smet et al., 2004). O conteúdo de fosfolipídios no músculo é relativamente independente do total de gordura e varia entre 0,2 e 1% do peso muscular. Entretanto, o conteúdo de triacilglicerol está fortemente relacionado com o conteúdo de gordura, e varia de 0,2 a mais do que 5% (Fernandez et al., 1999; Gandemer, 1999).

Os fosfolipídios são componentes da membrana celular, ricos em AG poliinsaturados, cuja proporção é rigorosamente controlada para manter as propriedades da membrana (De Smet, 2004).

Os triacilgliceróis intramusculares contêm apenas de 2 a 3% de AG poliinsaturados nos bovinos, enquanto nos suínos contêm de 7 a 15% e nos frangos de 20 a 25%, especialmente nos animais gordos (Gandemer, 1998).

O perfil de AG varia consideravelmente entre animais, raças e dietas, assim como as proporções de ω -6: ω -3, porém Raes et al. (2004), esta proporção é mais afetada pela alimentação do que pela genética. De Smet et al. (2004) revisaram trabalhos de vários autores e observaram proporção ligeiramente maior de AG monoinsaturados:saturados intramuscular para novilhas quando comparadas a novilhos, sem diferença na proporção de ácido linoleico ou de poliinsaturados:saturados. Malau-Aduli et al. (2000) encontraram grandes diferenças na composição de AG dos fosfolipídios entre novilhos e novilhas alimentados a pasto. A proporção de poliinsaturados:saturados dos fosfolipídios foi 0,27 para os novilhos e 0,54 para novilhas e segundo De Smet et al. (2004), esta diferença não é consistente com outras literaturas encontradas.

Quanto às raças diferentes, Huerta-Leidenz et al. (1996) determinaram a composição de AG de tecidos de touros das raças Hereford e Brahman em diferentes idades. A quantidade de AG saturados diminuiu em torno de 10% com o aumento da idade, a quantidade de monoinsaturados aumentou significativamente enquanto a de poliinsaturados aumentou ligeiramente.

Quanto à alimentação, Andrae et al. (2001) avaliando bovinos de corte em terminação, constataram que dietas com óleo de milho melhoraram a deposição intramuscular de lipídios e aumentaram os ácidos graxos insaturados do músculo *Longissimus dorsi*.

Os diferentes músculos diferem no conteúdo de gordura e também podem diferir na composição de AG. Wood et al. (2003) citaram as diferenças entre os tipos de músculos: os vermelhos têm maior proporção de fosfolipídios do que os brancos e, portanto maior porcentagem de AG poliinsaturados.

2.9. Influência do perfil de ácidos graxos sobre as características organolépticas da carne bovina

As características organolépticas da carne podem ser modificadas pela alimentação que o animal recebe, através de mudanças no conteúdo e composição da gordura ou de produtos oriundos da reação de Maillard. Os AG podem alterar a firmeza do tecido gorduroso (dureza), tempo de prateleira (oxidação lipídica e de pigmento), sabor e aroma (Wood et al., 2003).

Quanto à maciez e suculência, por terem vários pontos de fusão, a variação na composição de AG tem um efeito importante na firmeza ou maciez da gordura da carne, principalmente as gorduras subcutânea e intermuscular, mas também a intramuscular. Grupos de células contendo gordura sólida com maior ponto de fusão (os AG saturados possuem maior ponto de fusão do que os insaturados) são mais brancas do que a gordura líquida com menor ponto de fusão. As variações na estrutura da molécula também são importantes: AG *trans* têm ponto de fusão em temperatura mais elevada que seus isômeros *cis*, e os AG de cadeia ramificada têm menor ponto de fusão do que os AG com mesmo número de carbonos com cadeia linear (Enser, 1984). Wood et al. (2003) citaram que a gordura dos ruminantes é mais firme do que dos suínos, porque o perfil de AG é mais saturado.

As gorduras contribuem para o sabor e aroma de várias maneiras, inclusive pela composição de ácidos graxos que determinam a natureza dos compostos produzidos pela oxidação durante o cozimento da carne. Os AG saturados resistem à oxidação em baixas temperaturas diferentemente dos AG poliinsaturados (que podem sofrer auto-oxidação) e também são degradados em altas temperaturas. Os hidroperóxidos gerados nesta oxidação são diferentes daqueles obtidos pela auto-oxidação das gorduras em baixa temperatura, e durante o cozimento produzem vários compostos voláteis como aldeídos, que indiretamente determinam o sabor e aroma por participarem da reação de Maillard (Geay et al., 2001); que podem além do escurecimento produzir aromas indesejáveis.

Segundo Gandemer (1998), a oxidação dos AG poliinsaturados em baixas temperaturas é o maior processo de degradação que induz a rancificação da carne crua. Trout (2003), baseado em um trabalho de Shahidi citou que as taxas de oxidação a temperatura de 25°C, para o ácido esteárico, oleico, linoleico e linolênico são 1, 100, 1200 e 2500, respectivamente.

Durante o processo de oxidação, no primeiro momento ocorre lipólise dos fosfolipídios e triglicerídeos que vão gerar, através da ação de várias lipases, ácidos graxos sensíveis à oxidação. Em seguida, há degradação oxidativa dos ácidos graxos (há necessidade da presença de oxigênio) que leva ao aparecimento de radicais livres e várias moléculas (alcanos, cetonas, ácidos, álcoois, ou aldeídos) que são responsáveis pela degradação do sabor e aroma. Os fosfolipídios (presentes na membrana celular) são os maiores substratos para lipólise e oxidação, pois são ricos em AG poliinsaturados, muito sensíveis à oxidação (Gandemer, 1998). Estudos individuais dos fosfolipídios demonstraram que a fosfatidil etanolamina é o maior dos fosfolipídios envolvidos na peroxidação lipídica da carne cozida (Kanner, 1994). Segundo Farmer et al. (1989), a presença de íons metálicos (Fe^{3+} , Cu^{2+}) e a oxidação do Mb são fatores importantes que levam à oxidação dos lipídios.

A oxidação do Mb ocorre antes da oxidação da gordura muscular e tem um papel de catalisador no processo oxidativo que leva a rancificação. Para evitar este processo é feita a suplementação do animal com anti-oxidantes como a vitamina E (Farmer et al., 1989).

Os radicais livres gerados pelo processo de peroxidação lipídica oxidizam várias vitaminas como A e carotenóides, vitamina C e vitamina E, além de muitas outras moléculas entre elas o colesterol, que por sua vez pode formar uma classe de compostos que induzem a problemas arteriais (Kanner, 1994).

Quanto à alimentação que o animal recebe, os produtos da degradação da gordura (como aldeídos e cetonas) são mais aparentes na fração volátil da carne de animais alimentados com capim do que com grãos (Geay et al., 2001).

3. OBJETIVOS

Neste experimento objetivou-se ampliar o conhecimento dos efeitos de alimentos energéticos (grão de milho úmido e gordura protegida da degradação ruminal) sobre a composição corporal e da carne de animais da raça Nelore, uma das mais difundidas no Brasil.

Com o fornecimento do grão úmido, esperou-se o aumento da digestibilidade da dieta pela melhora do aproveitamento do amido. Com isso, poderiam ocorrer alterações na composição corporal e da carne.

Já com a gordura protegida da degradação ruminal houve um aumento da densidade energética da dieta e esperou-se uma maior eficiência de utilização de energia, bem como alteração no teor de extrato etéreo e no perfil de ácidos graxos (aumento de ácidos graxos insaturados) dos cortes cárneos.

Assim, os objetivos deste trabalho foram:

- * Avaliar o efeito do milho grão úmido e da gordura protegida na digestibilidade total das dietas por animais Nelore castrados: Experimento I;
- * Estimar a composição corporal a partir do corte da 9^a-10^a-11^a costelas e as exigências líquidas de energia e proteína para o ganho de peso de animais castrados da raça Nelore, alimentados com dietas contendo ou não grão de milho úmido e gordura protegida da degradação ruminal: Experimento II;
- * Avaliar o efeito do milho grão úmido e da gordura protegida na composição centesimal da carne de doze cortes comerciais (dois do dianteiro e dez do traseiro) e no perfil de ácidos graxos da carne de quatro cortes comerciais (um do dianteiro e três do traseiro): Experimento III.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP), em Pirassununga, SP.

4.2. Animais e alimentação

Foram utilizados bovinos machos castrados da raça Nelore.

As rações experimentais (Tabela 2) foram compostas de 60% de concentrado na matéria seca e como volumoso foi utilizada a silagem de milho (com partículas de aproximadamente 2 cm e cerca de 35% de grãos). Os concentrados utilizados possuíam grão de milho seco sem adição de gordura protegida (SSG) ou grão de milho úmido sem adição de gordura (USG), milho seco com adição de gordura (SCG) ou milho úmido com adição de gordura (UCG). O milho grão foi moído em peneira grossa (8 mm de diâmetro), na forma de quirera.

A gordura utilizada foi o Lacto Plus®, uma gordura protegida da degradação ruminal. É um sal cálcico de ácido graxo produzido a partir de gordura vegetal a base de soja ou palma. Os níveis de garantia citados pelo fabricante são: 5% de umidade (máximo), 10% de cálcio (máximo), 82% de gordura (mínimo), 135% de nutrientes digestíveis totais (mínimo); e a indicação de fornecimento é de 500 g/animal/dia.

As dietas foram formuladas no programa RLM® (ESALQ/USP), sendo que 4% de milho (seco ou úmido) foi substituído pela gordura protegida da degradação ruminal nos tratamentos em que o ingrediente foi adicionado.

Tabela 2. Ingredientes das rações experimentais (valores expressos em porcentagem da matéria seca)

Ingredientes	Dietas			
	SSG ¹	USG ²	SCG ³	UCG ⁴
Silagem de milho	40.000	40.000	40.000	40.000
Farelo de soja (49%)	7.633	7.633	7.633	7.633
Milho grão seco moído	48.437	-	45.037	-
Milho grão úmido	-	48.437	-	45.037
Lacto Plus®	-	-	4.000	4.000
Uréia	0.970	0.970	0.970	0.970
Sulfato de amônia	0.060	0.060	0.060	0.060
Cloreto de potássio	0.400	0.400	0.400	0.400
Sal mineralizado	0.400	0.400	0.400	0.400
Calcáreo	0.600	0.600	-	-
Bicarbonato de sódio	1.500	1.500	1.500	1.500
Ionóforo (monensina sódica)	0.027	0.027	0.027	0.027
Estimativas do programa RLM				
Nutrientes digestíveis totais (%)	74,0	74,0	78,2	78,2
Proteína bruta (%)	14,3	14,3	13,9	13,9
Ganho de peso em jejum (kg/dia)	1,16	1,16	1,24	1,24
Consumo de MS (% do PV) ⁵	2,00	2,00	1,93	1,93
Conversão alimentar	7,4	7,4	6,7	6,7

1. Milho seco sem gordura (SSG); 2. Milho úmido sem gordura (USG); 3. Milho seco com gordura (SCG); 4. Milho úmido com gordura (UCG); 5. Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo

4.2.1. Análises bromatológicas das rações

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da FZEA/USP.

Foram realizadas análises bromatológicas do alimento (silagem de milho e concentrados) fornecido aos animais no ensaio de digestibilidade (Experimento I) e durante o período de confinamento (Experimento II). No ensaio de digestibilidade as amostragens do alimento foram feitas no início de cada período de adaptação dos animais, e no confinamento as amostras foram colhidas a cada 28 dias.

As amostras de silagem foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, durante 48 horas. Em seguida, todas as amostras (silagem pré-seca e concentrados) foram moídas em peneira de 2 mm, retirando-se uma subamostra para análise dos nutrientes (Tabela 3): matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), conforme metodologia de Weende (Silva & Queiroz, 2004). Também foram realizadas as análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme metodologia de Van Soest (Silva & Queiroz, 2004). Na análise da FDN não foram extraídos o nitrogênio e as cinzas.

4.3. Experimento I: ensaio de digestibilidade

O experimento foi realizado em quatro períodos (compostos por adaptação e colheita), separados por cinco dias de descanso. Foram utilizados quatro animais alojados em gaiolas de metabolismo .

Durante o período de adaptação de sete dias foram fornecidos água e alimento à vontade, cujas quantidades do alimento fornecido e das sobras foram mensuradas. De acordo com o consumo durante o período de adaptação, o fornecimento foi ajustado de modo a minimizar as sobras de ração, e assim a seleção da porção ingerida pelos animais, durante o período de colheita. No início de cada fase de adaptação os animais foram pesados.

O período de colheita foi composto de cinco dias, logo após a adaptação dos animais. Neste período, diariamente, as fezes dos animais eram recolhidas, pesadas e amostradas representativamente (cerca de 10% do total), bem como as sobras de ração. As amostras foram armazenadas em freezer a -18°C e no final de cada período de colheita foram descongeladas e misturadas. Então uma nova amostra representativa (cerca de 10% do total) foi selecionada e enviada para análise no Laboratório de Bromatologia.

As amostras das sobras e das fezes 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 subamostra para análise dos nutrientes: MS, PB, FB, EE e MM, conforme metodologia de Weende (Silva & Queiroz, 2004). Também foram realizadas as análises de FDN e FDA, conforme metodologia de Van Soest (Silva & Queiroz, 2004). Na análise da FDN não foram extraídos o nitrogênio e as cinzas. O extrativo não nitrogenado (ENN) foi calculado pela fórmula:

$$\text{ENN} = \text{MS} - (\text{PB} + \text{FB} + \text{EE} + \text{MM}).$$

Para o cálculo da porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi utilizada a fórmula:

$\text{NDT (\%)} = \% \text{PBd} + \% \text{FBd} + \% \text{ENNd} + (\% \text{EEd} \times 2,25)$; onde d indica a porção digestível do nutriente.

A matéria orgânica (MO) foi determinada pela diferença entre a MS e a MM.

O teor de 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 em EM (NRC, 1996).

4.3.1. Análise estatística

O delineamento experimental foi de quadrado latino 4x4, com os tratamentos num esquema fatorial 2x2 (milho seco ou úmido, com e sem gordura protegida da degradação ruminal).

As análises estatísticas foram feitas com o programa SAS (1999), através do procedimento GLM.

4.4. Experimento II e III: composição corporal e composição da carne

4.4.1. Confinamento e abate dos animais

Foram utilizados cinquenta e seis bovinos machos castrados da raça Nelore, com idade e peso iniciais de 36 meses e 432 kg, respectivamente. Antes do experimento os animais estavam em pastagem e a espessura de gordura média inicial dos animais, mensurada através de aparelho de ultra-sonografia, era de 2,5 mm.

Oito animais, escolhidos por sorteio, foram abatidos no início do período de alimentação para estimar a composição corporal inicial do lote (linha base). Os demais foram confinados em quatro piquetes semi-cobertos de 230 m², com 12 animais em cada, por um período de 70 dias, após adaptação de 28 dias. A alimentação foi controlada individualmente através de portões eletrônicos do tipo Calan. A adaptação foi iniciada após 15 dias de permanência dos animais nos piquetes, a fim de estarem habituados aos lotes e ao sistema de alimentação. Os tratamentos foram sorteados de modo em que cada piquete houvesse três repetições de cada tratamento.

O alimento oferecido foi pesado e as sobras retiradas diariamente. Três vezes por semana as sobras eram retiradas para análise de matéria seca (utilizada para o cálculo de consumo de MS). As pesagens dos animais foram realizadas em intervalos de 28 dias após jejum completo de 18 horas.

4.4.2. Análises de nitrogênio originário da uréia do sangue

A análise de nitrogênio originário da uréia no sangue (NUS) foi realizada para monitorar a quantidade de proteína fornecida na dieta. Em caso de excesso de proteína na dieta ocorrem valores acima dos normais de uréia circulante nos vasos sanguíneos. Valores normais de NUS de bovinos estão entre 10 e 30 mg/dL (Dukes, 1996).

Foi realizada uma única colheita de sangue de todos os animais no meio do confinamento (36° dia) para a determinação do teor de uréia, após o fornecimento de alimento para os animais, a fim de se obter amostras de sangue pós-ingestão das dietas.

O sangue foi colhido em tubos do tipo vacutainer sem reagentes. Logo após a colheita, o sangue foi centrifugado a 3000 rpm durante 15 minutos. O soro foi pipetado e armazenado em freezer em tubos “ependorf”.

A determinação do teor de uréia no soro foi obtida através do uso de kits comerciais da marca Laborlab®. Os valores de uréia obtidos foram multiplicados por 0,466 para se obter o nitrogênio originário da uréia no plasma (NUP) em mg/dL (Lima, 2002). Para a obtenção do valor de NUS em mg/dL a partir do NUP foi utilizada a equação de regressão de Broderick & Clayton (1997).

$$\text{NUS} = (\text{NUP} / 1,021) - 0,399 \quad (R^2 = 0,918)$$

A análise laboratorial foi realizada no Laboratório de Bioquímica da FZEA/USP.

4.4.3. Abate e composição corporal

4.4.3.1. Local

O abate dos animais foi realizado no “Matadouro-Escola” da Prefeitura do Campus Administrativo da USP, Pirassununga/SP.

4.4.3.2. Procedimentos

No início do experimento havia sido estabelecido o abate dos animais quando fosse atingido o valor de 6,0 mm de espessura de gordura subcutânea entre a 12ª e 13ª costelas. Assim, quando a maior parte dos animais atingiu o valor pré-determinado, estimado por ultra-som, ocorreu o abate em dois lotes (dois piquetes de cada vez), com diferença de uma semana entre eles. Os animais foram abatidos após 18 horas de jejum alimentar e a última pesagem foi feita dois dias antes do abate após jejum completo de 18 horas.

No dia do abate foram pesadas a gordura renal, pélvica e inguinal, o fígado, e a carcaça quente. As meias carcaças foram levadas para a câmara fria onde foram resfriadas por 24 horas à temperatura de 0 a 2°C.

Em seguida as meias carcaças foram pesadas novamente para obtenção do peso de carcaça fria e desossadas. Da meia carcaça esquerda, entre a 11ª e 12ª costelas, foram mensuradas a área de olho de lombo e a espessura de gordura

subcutânea, com auxílio de grade numerada. Em seguida, foi retirado o corte da 9^a-10^a-11^a costelas. A meia carcaça direita foi separada em cortes do dianteiro, ponta de agulha e traseiro, onde foram pesados os ossos, carne e aparas. Da meia carcaça direita também foram retiradas amostras dos cortes cárneos para a avaliação da composição centesimal e o perfil de ácidos graxos.

4.4.4. Experimento II: composição corporal

4.4.4.1. Estimativa do peso vazio corporal e composição do corpo vazio

Para o cálculo do peso corporal vazio (PCVz) foi utilizada a equação de Leme et al. (1994) para animais Nelore castrados:

$$PCVz = -16,15438 + (0,94245 \times \text{peso vivo em jejum});$$

$$R^2 = 0,99; Sy.x = 4,99$$

O corte da 9^a-10^a-11^a costelas da meia carcaça esquerda (Figura 1) foi feito de acordo com a metodologia proposta por Hankins & Howe (1946).

Figura 1. Vista da secção da 9^a-10^a-11^a costelas através de um corte perpendicular a coluna dorsal na altura da 12^a costela.

O valor da reta “AB” foi obtido a partir da ponta do osso até o fim da costela. Em seguida foi calculado 61,5% da reta “AB”, determinando-se o ponto “C”. No ponto “C” foi traçada uma reta perpendicular a “AB”, obtendo-se o ponto “D”. O corte foi realizado passando pelo ponto “D” (de acordo com a linha tracejada), e a porção separada para a análise foi a que continha o músculo *Longissimus dorsi* (lado esquerdo figura).

As amostras dos cortes das costelas foram congeladas, cortadas com serra elétrica de fita e moídas em moedor de grande porte (Herman P – 33a – 3 - 789, 15 HP). Em seguida, foram liofilizadas até atingirem peso constante, obtendo-se assim, o teor de água do corte da costela.

A partir do teor de água do corte da 9^a-10^a-11^a costelas foram estimadas as porcentagens de água e extrato etéreo (EE) no corpo vazio (CVz) utilizando-se equações de Lanna (1988), para animais Nelore castrados e obtidas a partir da composição do corpo total:

$$\% \text{ água CVz} = 24,1936 + (0,6574 \times \% \text{ água corte } 9^{\text{a}}\text{-}10^{\text{a}}\text{-}11^{\text{a}} \text{ costelas})$$

$$R^2 = 0,911; \text{ Sy.x} = 0,82$$

$$\% \text{ EE CVz} = 60,815 - (0,7968 \times \% \text{ água corte } 9^{\text{a}}\text{-}10^{\text{a}}\text{-}11^{\text{a}} \text{ costelas})$$

$$R^2 = 0,911; \text{ Sy.x} = 0,82$$

Para a estimativa dos teores de proteína e cinzas no corpo vazio foram utilizadas as relações proteína:água de 0,3009 e 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 calculadas a partir da composição corporal dos animais estimada no início e no final do confinamento. O cálculo da energia retida (ER) foi realizado considerando valores de 9,367 kcal/g para o extrato etéreo e 5,686 kcal/g para a proteína (Garret et al., 1959, apud NRC,1996).

O rendimento de ganho (RG) foi calculado pela equação:

$$\text{RG} = ((\text{PCQ}_{\text{final}} - \text{PCQ}_{\text{inicial}}) / (\text{PVJ}_{\text{final}} - \text{PVJ}_{\text{inicial}})) \times 100$$

Onde: PCQ: peso carcaça quente; PVJ: peso vivo em jejum

4.4.5. Experimento III: composição da carne

4.4.5.1. Colheita de amostras

Os cortes selecionados para as análises da composição centesimal da carne e os respectivos músculos (nomenclatura de acordo com Popesko, 1977) foram:

- a) Acém: *m. Serratus ventralis cervicalis*
- b) Alcatra: *m. Gluteus medius*
- c) Contra-filé: *m. Longissimus dorsi* (altura 11^a costela)
- d) Coxão duro: *m. Biceps femoris*
- e) Coxão mole: *m. Semimenbranosus*
- f) Filé mignon: *m. Psoas major*

- g) Fraldinha: *m. Obliquus internus abdominis*
- h) Lagarto: *m. Semitendinosus*
- i) Maminha: *m. Tensor fasciae latae*
- j) Paleta: *m. Triceps brachii caput longum*
- k) Patinho: *m. Vastus lateralis*
- l) Picanha: *m. Gluteobiceps* (p. pélvica)

Após o resfriamento das carcaças (temperatura de 2°C por 24 horas), amostras do centro do músculo, de cerca de 2 cm de espessura, foram colhidas, removendo-se toda gordura visível bem como o colágeno. As amostras foram retiradas dos cortes comerciais da meia carcaça direita e de cada corte foi selecionado o músculo de maior tamanho (de acordo com Butterfield & May, 1966).

Para as análises de perfil de ácidos graxos da carne foram selecionadas seis amostras ao acaso, representativas de cada tratamento alimentar, exceto para o corte contra-filé, o qual todas as amostras foram analisadas. Os cortes selecionados para as análises e os respectivos músculos (nomenclatura de acordo com Popesko, 1977) foram:

- a) Contra-filé: *m. Longissimus dorsi* (altura 11^a costela)
- b) Coxão mole: *m. Semimenbranosus*
- c) Lagarto: *m. Semitendinosus*
- d) Paleta: *m. Triceps brachii caput longum*

4.4.5.2. Composição centesimal da carne

As amostras foram liofilizadas até atingirem peso constante, obtendo-se assim o teor de água da carne. Em seguida, foram moídas e analisadas para matéria seca (MS) a 105°C (os valores obtidos foram utilizados para corrigir os pesos das amostras iniciais das análises de extrato etéreo (EE)), EE em extrator tipo Soxhlet (extração durante 16 horas) e cinzas, conforme metodologia de Weende (Silva & Queiroz, 2004). A proteína bruta (PB) foi obtida por diferença. Para a extração do EE foi utilizado o éter de petróleo (produto mais seguro e barato), após terem sido realizados testes de extração com éter etílico e clorofórmio e os resultados comparativos entre os três reagentes terem sido semelhantes.

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos FZEA/USP e no Instituto de Zootecnia de Nova Odessa.

4.4.5.3. Perfil de ácidos graxos da carne

As amostras colhidas foram liofilizadas e moídas. A extração da gordura foi realizada de acordo com o método de Hara & Radin (1978), utilizando 5 g de amostra ao invés de 1 g como sugere o método, devido à pequena quantidade de gordura intramuscular encontrada na carne.

A metilação foi realizada de acordo com o método citado por Christie (1982), com adaptações: foi utilizado o dobro de reagentes (ao invés de 20 µl e 30 µl, foram utilizados 40 µl e 60 µl).

O perfil de ácidos graxos foi determinado em Cromatógrafo a gás, marca ThermoFinnigan, modelo Trace 2000, utilizando coluna capilar de sílica fundida de 100m de comprimento, diâmetro de 0,25 mm e 0,2 µm de espessura do filme (Supelco SP-2560, Bellefonte, PA, USA). O gás de arraste utilizado foi hélio. A identificação e taxa de recuperação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi feita por comparação com um padrão conhecido (CRM-164, Commission of the European Communities, Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium).

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal e no Laboratório de Entomologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz ESALQ/USP.

A partir das leituras obtidas do perfil de ácidos graxos, foram calculadas as somas de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, ômega 6, ômega 3 e suas relações.

Também foi realizada a análise do perfil de ácidos graxos da ração no Laboratório de Análises Químicas T&E Analítica, Campinas/SP. Para a extração da gordura o laboratório utilizou a metodologia segundo AOAC (1990); e para os ácidos graxos as análises foram realizadas por Cromatografia Gasosa de Alta Resolução (HRGC).

4.4.5.4. Análise sensorial

As amostras para a análise sensorial foram colhidas das meias carcaças direitas, corte contra-filé (*m. Longissimus dorsi*, altura 12^a costela), com 2,5 cm de espessura. O processamento das amostras foi citado por Shibuya (2004).

As análises foram conduzidas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/UNICAMP.

Os provadores foram solicitados para avaliação da maciez, suculência, sabor e avaliação global do produto, em escala linear, não estruturada de 9 cm (zero = desgostei muitíssimo e nove = gostei muitíssimo).

Os provadores não treinados foram selecionados entre alunos e funcionários da UNICAMP. Foram aceitos como provadores, pessoas com idade entre 20 e 50 anos, que afirmaram consumir carne bovina três ou mais vezes por semana.

4.4.6. Análises estatísticas

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, mas não houve efeito de bloco ($P > 0,10$), representado pelos quatro piquetes em que os animais foram alojados, para nenhum dos parâmetros avaliados. Como os blocos não possuem nenhum interesse do ponto de vista biológico foram desconsiderados.

4.4.6.1. Desempenho, uréia, composição corporal e análise sensorial

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 (com e sem milho grão úmido, com e sem gordura protegida da degradação ruminal), com doze repetições.

As análises estatísticas foram feitas com o programa SAS (1999), através do procedimento GLM.

4.4.6.2. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne

Para a composição centesimal da carne, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2x12 (com e sem milho grão úmido, com e sem gordura protegida da degradação ruminal, doze cortes cárneos), com doze repetições.

Para o perfil de ácidos graxos da carne, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2x4 (com e sem milho grão úmido,

com e sem gordura protegida da degradação ruminal, quatro cortes cárneos), com seis repetições.

As análises estatísticas foram feitas com o programa SAS (1999), através do procedimento MIXED. Foram considerados significativos os valores de P abaixo de 5%. Para a análise de diferença entre médias foi utilizado o teste de Tukey, exceto para a interação entre os tratamentos alimentares, para o qual foi utilizado o teste F (desdobramento da interação).

5. RESULTADOS

Nos resultados em que não ocorreu interação entre tipo de milho e adição de gordura protegida da degradação ruminal foram consideradas as médias dos fatores independentes, de acordo com o tipo de milho e presença de gordura.

5.1. Experimento I: ensaio de digestibilidade

A análise bromatológica das rações fornecidas aos animais está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Análise das rações oferecidas e dos ingredientes das rações

Ingredientes	Dietas			
	SSG ¹	USG ²	SCG ³	UCG ⁴
Matéria seca	67,69	60,13	68,03	60,90
Valores corrigidos para matéria seca				
Proteína bruta	15,78	16,72	17,63	15,81
Fibra bruta	10,55	10,49	10,31	10,33
Extrato etéreo	3,84	3,83	4,08	4,01
Matéria mineral	6,16	6,51	7,90	6,71
Fibra em detergente ácido	14,91	15,64	14,58	15,53
Fibra em detergente neutro	30,72	27,08	28,12	26,73
Extrato não nitrogenado	73,41	68,36	69,39	69,03

Análise dos ingredientes da ração								
Ingrediente	MS ⁵	Componente (em 100% de MS)						
		PB ⁶	FB ⁷	EE ⁸	MM ⁹	FDA ¹⁰	FDN ¹¹	ENN ¹²
Silagem de milho	94,62	8,21	20,22	2,47	4,87	31,54	50,43	64,23
Grão de milho úmido	95,16	10,80	2,60	5,14	1,75	3,87	8,51	79,71
Concentrado SSG ¹	88,93	18,25	2,97	4,15	6,08	2,33	13,94	68,55
Concentrado USG ²	90,80	60,85	4,86	1,36	27,99	2,62	11,20	4,94
Concentrado SCG ³	89,50	21,12	2,63	4,53	8,72	1,86	10,15	63,00
Concentrado UCG ⁴	91,84	44,39	3,40	3,27	23,45	2,22	8,51	25,49

1: Milho seco sem gordura; 2: Milho úmido sem gordura; 3: Milho seco com gordura; 4: Milho úmido com gordura; 5: Matéria seca (105°C); 6: Proteína bruta; 7: Fibra bruta; 8: Extrato etéreo; 9: Matéria mineral; 10: Fibra em detergente ácido; 11: Fibra em detergente neutro; 12: Extrativo não-nitrogenado.

Na Figura 2 são apresentadas as médias de ingestão de matéria seca (MS) e de nutrientes digestíveis totais (NDT), em porcentagem do peso vivo, dos tratamentos com e sem milho grão úmido, e com e sem gordura protegida da degradação ruminal.

A ingestão de alimento não foi alterada pelo tipo de milho ($P \geq 0,35$), pela inclusão da gordura ($P \geq 0,72$) e não houve interação entre os fatores milho e gordura ($P \geq 0,12$). A ingestão das dietas foi equivalente a cerca de duas vezes a exigência de manutenção dos animais.

Figura 2. Ingestão de matéria seca (MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em porcentagem do peso vivo de dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal por novilhos Nelore.

Cooper et al. (2002) observaram resultados diferentes deste trabalho comparando dietas com milho seco e milho úmido. Os autores citam que a ingestão de MS e matéria orgânica (MO) foi 15% maior ($P < 0,05$) para o tratamento com milho úmido em relação ao milho seco ou floculado.

Quanto às dietas suplementadas com gordura, Bock et al. (1991) não encontraram diferença para ingestão de MS entre novilhos da raça Holandesa alimentados com dietas controle, com 3,5% de sebo ou óleo de soja combinado com sais de cálcio, assim como neste trabalho.

Ngidi et al. (1990) também não observaram diferenças na ingestão de MS de dietas contendo 0, 2, 4, ou 6% de gordura na forma de sais de cálcio. Entretanto, Clary et al. (1993) citaram que a adição de 4% de sebo às dietas (com 90% de concentrado) de novilhos cruzados Angus X Hereford tendeu a diminuir a ingestão de MS.

O fornecimento de gordura protegida pode minimizar os efeitos prejudiciais que a gordura sem proteção causa ao consumo de MS, como foi observado nos trabalhos de Clary et al. (1993) e Zinn & Shen (1996). Provavelmente, a redução da ingestão de MS está ligada à menor digestibilidade da fibra.

Segundo Zinn (1989), para bovinos confinados, a depressão da digestão da fibra não tem muito interesse prático já que normalmente aparece em pequenas proporções nas rações. Entretanto, a redução da atividade celulolítica no rúmen

diminui a taxa de redução das partículas e aumenta a retenção de sólidos, causando enchimento ruminal e conseqüentemente redução na ingestão de alimentos.

A Tabela 4 contém os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos em matéria seca das rações experimentais.

Tabela 4. Digestibilidade de dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal por novilhos Nelore.

Item	Dietas						Análise Estatística (valor de P)		
	Tipo de milho			Gordura			Tipo de Milho	Gordura	MXG ²
	Seco	Úmido	EP ¹	Sem	Com	EP ¹			
Matéria seca (%)	75,26	77,80	2,08	76,93	76,13	2,08	0,42	0,79	0,78
Proteína bruta (%)	77,70	78,33	1,52	78,38	77,66	1,52	0,78	0,75	0,78
Extrato etéreo (%)	69,45	71,90	2,28	74,55	66,80	2,28	0,48	0,05	0,22
Fibra bruta (%)	70,19	66,78	3,56	67,56	69,41	3,56	0,52	0,75	0,87
Fibra detergente neutro (%)	58,17	56,06	4,26	57,68	56,54	4,26	0,74	0,86	0,72
Fibra detergente ácido (%)	50,33	54,69	4,93	51,78	53,23	4,93	0,56	0,84	0,57
Matéria mineral (%)	64,07	59,15	2,18	61,31	61,91	2,18	0,16	0,85	0,52
Extrato não nitrogenado (%)	79,76	82,57	1,70	81,77	80,56	1,70	0,29	0,63	0,70
Matéria orgânica (%)	77,13	79,50	1,95	78,77	77,85	1,95	0,42	0,75	0,74
Nutrientes digestíveis totais (%)	83,48	82,71	1,97	84,20	82,00	1,97	0,79	0,46	0,49

1. Erro padrão da média; 2. Nível descritivo do teste F para interação Milho e Gordura.

Não houve efeito ($P>0,05$) de animais e dos períodos de digestibilidade sobre nenhum dos parâmetros de digestibilidade avaliados.

Também não houve efeito ($P>0,18$) do tipo de milho, da inclusão da gordura (apenas tendência para o extrato etéreo (EE): $P=0,05$) ou interação entre os dois ingredientes para os coeficientes de digestibilidade ou para a porcentagem de nutrientes digestíveis totais.

A inclusão de milho úmido não melhorou estatisticamente a digestibilidade da dieta quando comparado ao milho seco, resultado diferente do esperado, embora seja possível notar que os valores dos coeficientes de digestibilidade da MS, proteína bruta (PB) e EE foram ligeiramente maiores para os tratamentos com o grão úmido.

Cooper et al. (2002) forneceram para novilhos cruzados dietas contendo 81,5% de milho seco, milho úmido ou floculado. As digestibilidades da MS e da matéria orgânica (MO) no trato gastrointestinal total foram similares entre o grão úmido e o floculado, mas 4% maiores ($P<0,05$) em relação ao grão seco.

A gordura protegida não reduziu a digestibilidade da dieta, como demonstrado em trabalhos (Warner, 1960; Jenkins & Jenny, 1989) que utilizaram gordura sem proteção à dieta dos ruminantes. Além disso, é possível notar neste trabalho que os

valores dos coeficientes de digestibilidade entre as dietas com ou sem gordura foram próximos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bock et al. (1991), em que a inclusão de sebo ou sabão de óleo de soja não alterou a digestibilidade da MS.

Zinn (1989) fornecendo níveis crescentes de “gordura amarela” (gordura de origens diversas como sobras de confeitarias, cafeterias e/ou gordura animal líquida) e uma mistura de gordura animal e vegetal (sebo, gordura animal hidrogenada, sabões de gordura animal, ou óleos vegetais) para novilhos cruzados observou decréscimo linear da digestibilidade total da MO e da fibra em detergente ácido (FDA). Segundo Garton (1967), ocorre depressão da digestibilidade ruminal da MO devido a diferenças na digestão da FDA e a indigestibilidade ruminal da própria gordura.

Hightshoe et al. (1991) avaliaram a digestibilidade de dietas com duas fontes de gordura protegida: Megalac® (sais de cálcio de ácidos graxos originários de plantas) e Alifet® (gordura animal cristalizada misturada a um carreador neutro à base de amido) por novilhos cruzados Angus X Hereford. Os autores forneceram 18,2% ou 35,8% de Megalac®, e 16,5% ou 32,3% de Alifet®, todas porcentagens em relação à matéria seca dos concentrados que foram fornecidos na quantidade de 0,3% do peso corporal (em matéria seca). Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos para a digestibilidade aparente da MS e fibra em detergente neutro (FDN).

Dietas contendo porcentagens crescentes (0, 2, 4 ou 6% da MS) de gordura protegida (na forma de sabões de cálcio) foram fornecidas a novilhos holandeses por Ngidi et al. (1990). Segundo os mesmos autores, as digestibilidades aparentes da MS, nitrogênio, energia e cinzas não foram afetadas pela gordura. Houve aumento linear da digestibilidade da FDN com o incremento da gordura. A digestibilidade da FDA apresentou padrão semelhante embora as diferenças entre os tratamentos não tenham sido significativas.

Palmquist et al. (1993) não encontraram diferenças na digestibilidade da MS, MO e matéria mineral (MM) de vacas alimentadas com ou sem 5% (da MS) de gordura adicional protegida (Megalac®). Estes autores encontraram maior ($P<0,01$) digestibilidade da FDN para o tratamento contendo gordura (como citam Ngidi et al., 1990), e tendência ($P=0,07$) do mesmo comportamento para os valores obtidos da

FDA. Estes resultados podem ser indicativos da não intervenção da gordura protegida sobre a digestão da fibra.

Hill & West (1991) trabalharam com novilhos de raças britânicas, recebendo 4,5% de sais cálcicos de ácidos graxos (Megalac®) na dieta, e observaram que a adição da gordura não afetou a digestibilidade da MS, MO, PB e FDN. A digestibilidade do EE foi maior para o tratamento com gordura em relação aos que não possuíam o ingrediente, resultado diferenciado do que foi obtido neste trabalho, em que a digestibilidade do EE foi maior para os tratamentos sem gordura. Quanto ao NDT, os autores observaram valores maiores para a dieta com gordura em relação a controle.

Zinn et al. (2000) estudaram a influência do decréscimo da biohidrogenação da gordura na dieta de novilhos confinados. Foram utilizados novilhos holandeses alimentados com 88% de concentrado e suplementados com “gordura amarela” tratada com formaldeído (tornando-a protegida da degradação ruminal). Segundo os autores, o decréscimo da biohidrogenação ruminal aumentou a digestibilidade pós-ruminal da gordura e assim o valor de energia líquida da dieta. Além disso, a proteção da gordura da biohidrogenação minimizou os efeitos sobre a digestão da fibra.

Ladeira et al. (1999) trabalharam com novilhos Nelore ingerindo vários níveis de concentrado. Os animais que consumiram 62,5% de concentrado apresentaram consumo maior de MS do que este trabalho (2,31% do peso vivo). Isto pode ser justificado pelas menores digestibilidades aparentes totais da MS e MO (72,05 e 72,24 respectivamente) encontradas pelos autores. A digestibilidade da proteína também foi ligeiramente menor (75,16), porém para o extrato etéreo o valor foi maior (75,85). Para FDN os valores foram similares (56,84).

Lançanova et al. (2001) trabalharam com bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com feno e 55% de concentrado na dieta e encontraram coeficientes de digestibilidade menores do que este trabalho para a raça Nelore (53,27 para a MS, 55,41 para a MO e 53,39 de NDT). Isto pode ser explicado pela simulação de uma pastagem de média qualidade que os autores adotaram, com elevado teor de fibra apesar da elevada quantidade de concentrado oferecido.

Assim como os tratamentos não alteraram a ingestão de NDT da dieta (Figura 2), a energia digestível (ED) e a energia metabolizável (EM) em Mcal por kg de MS não foram diferentes ($P>0,45$) entre os tipos de milho ou as dietas contendo ou não

a gordura protegida da degradação ruminal. Os resultados de ED e EM estão na Figura 3.

Figura 3. Energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) em Mcal por kg de matéria seca (MS) de dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal por novilhos Nelore.

Em valores absolutos, os maiores teores de energia (digestível e metabolizável) foram obtidos nos tratamentos com milho seco e nos que não continham a gordura protegida.

O grão de milho úmido não melhorou digestibilidade da dieta como esperado. A gordura protegida não prejudicou a digestibilidade da dieta como ocorre quando fornecida gordura sem proteção aos ruminantes, apenas afetou negativamente a digestibilidade do extrato etéreo.

5.2. Experimento II

5.2.1. Desempenho

Não houve interação ($P>0,41$) entre os fatores tipo de milho e adição de gordura protegida da degradação ruminal para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados.

Abaixo estão as figuras contendo os dados de desempenho dos tratamentos de acordo com o tipo de milho (Figura 4) e adição de gordura (Figura 5).

Figura 4. Ingestão de matéria seca (MS) em kg e em porcentagem do peso vivo (%PV), eficiência alimentar (EA) e ganho de peso em jejum (GPJ) de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho.

Os animais alimentados com as dietas contendo milho grão úmido apresentaram menor consumo de matéria seca ($P < 0,01$), tanto em kg/dia quanto em porcentagem do peso vivo, e melhor eficiência alimentar ($P = 0,02$) quando comparados aos que comeram grão de milho seco. Segundo Fulton et al. (1979), a reduzida ingestão de matéria seca de grãos rapidamente fermentáveis e grãos extensivamente processados pode ser atribuída às excessivas taxas de produção de ácidos no rúmen e acidose subclínica. Isso leva a uma variação diária do consumo de matéria seca (Stock et al., 1995), e geralmente há uma ligeira redução do ganho de peso (Owens et al., 1997). Porém, a melhor eficiência alimentar obtida neste trabalho pode ser indicativo de que o processamento do grão de milho melhorou o aproveitamento deste alimento por animais da raça Nelore, embora não tenha sido observada diferença entre o milho seco e úmido no ensaio de digestibilidade (Experimento I), descrito anteriormente.

O processamento do grão de milho melhora a degradabilidade do amido no rúmen, com formação de ácidos graxos voláteis, principais fontes de energia para o ruminante. Conseqüentemente há menor passagem de amido para o intestino delgado que possui limitada capacidade digestiva do nutriente pelo deficiente suprimento de amilase pancreática como citou Huntington (1997).

O ganho de peso em jejum não foi diferente ($P = 0,66$) entre os animais que consumiram milho seco ou milho úmido.

Lanna et al (1998) citaram que foi observada redução no desempenho de zebuínos alimentados com mais de 50% de concentrado na matéria seca total. Estes

mesmos autores revisaram trabalhos com zebuínos que receberam milho como fonte de energia e constataram que, além de 67% de NDT, maior inclusão de concentrados na dieta pode não aumentar a digestibilidade ou o valor energético da dieta. Resultados semelhantes foram obtidos por Putrino (2002) fornecendo 20, 40, 60 e 80% de concentrado para tourinhos Nelore: os maiores valores de ingestão, ganho de peso e eficiência alimentar foram obtidos com 40%, 60% e 20% de concentrado na dieta, respectivamente.

Assim, o fornecimento de grão de milho úmido parece ser uma alternativa viável para melhorar o desempenho animal, provavelmente devido à maior degradabilidade ruminal, embora não tenha sido verificado maior porcentagem de NDT do milho úmido em relação ao milho seco no Experimento I descrito anteriormente neste trabalho.

Figura 5. Ingestão de matéria seca (MS) em kg e em porcentagem do peso vivo (%PV) por novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da presença da gordura.

O ganho de peso em jejum não foi diferente para os tratamentos com e sem gordura ($P=0,20$), porém a adição de gordura à dieta aumentou a ingestão de matéria seca ($P<0,01$), tanto em kg/dia quanto em porcentagem do peso vivo, diferentemente dos resultados obtidos por Nigdi et al. (1990). Gassman et al. (2001), assim como Nigdi et al. (1990), observaram menor ingestão de alimento quando fornecido 5,17% de ácidos graxos na forma de sais de cálcio para novilhos cruzados em terminação e menor ganho de peso para os animais ingerindo a gordura protegida.

Aferri (2003) observou menor ingestão de matéria seca para novilhos cruzados (Simental x Nelore x Brangus) alimentados com 81% de concentrado contendo 5% de Lac 100®, e assim como neste trabalho não houve diferença para o ganho de peso em jejum.

Vale destacar que a ingestão de matéria seca em relação à porcentagem do peso vivo dos animais foi baixa (inferior a 2%), tanto na comparação dos tratamentos com milho seco e úmido quanto nos que continham ou não a gordura protegida.

A eficiência alimentar foi semelhante ($P=0,28$) entre os tratamentos com e sem gordura protegida da degradação ruminal.

O programa RLM, utilizado para a formulação das rações, estimava um consumo de 2,0% e 1,93%, e ganho de peso em jejum de 1,16 kg/dia e 1,24 kg/dia para as dietas com e sem gordura, respectivamente. Para ambas variáveis encontrou-se valores diferentes: o consumo da ração com gordura foi maior do que o esperado assim como os ganhos de peso.

Outros parâmetros de desempenho estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal

Item	Dietas						Análise estatística (valor de P)		
	Tipo de milho			Gordura			Tipo de Milho	Gord ²	MXG ³
	Seco	Úmido	EP ¹	Sem	Com	EP ¹			
Peso vivo jejum inicial, kg	439,5	423,6	5,92	433,4	429,7	5,92	0,07	0,66	0,75
Peso vivo jejum final, kg	533,7	521,8	8,64	525,9	529,6	8,64	0,34	0,76	0,98
Ganho peso vivo jejum, kg/dia	1,371	1,411	0,07	1,331	1,450	0,07	0,67	0,21	0,70
Peso vazio inicial, kg	396,8	382,5	5,35	391,3	387,9	5,35	0,07	0,66	0,75
Peso vazio final, kg	486,8	475,7	8,14	479,5	483,0	8,14	0,34	0,76	0,98
Ganho peso vazio, kg/dia	1,310	1,338	0,06	1,269	1,379	0,06	0,76	0,22	0,72
Peso carcaça quente inicial, kg	241,2	232,5	3,25	237,9	235,8	3,25	0,07	0,66	0,75
Peso carcaça quente final, kg	300,0	287,5	4,95	290,5	297,1	4,95	0,08	0,36	0,71
Ganho peso carcaça quente, kg/dia	0,863	0,790	0,03	0,756	0,897	0,03	0,12	<0,01	0,49

1. Erro padrão da média; 2. Nível descritivo do teste F para Gordura; 3. Nível descritivo do teste F para a interação Milho e Gordura.

Embora os ganhos de peso vivo em jejum e vazio não tenham sido afetados pelos tratamentos, o ganho de peso de carcaça quente foi afetado positivamente ($P<0,01$) pela utilização da gordura protegida.

Na figura 6 encontram-se as médias da porcentagem de carcaça no ganho de peso em jejum. Embora não tenha ocorrido diferença significativa para a inclusão de gordura ($P=0,498$) e de milho úmido ($P=0,114$) na dieta, as médias obtidas permitem observar o efeito aditivo da gordura e redutor do milho úmido que podem ser importantes na análise econômica do sistema de produção.

Figura 6. Rendimento de ganho de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal .

O ganho de peso vazio não foi influenciado pelos tratamentos. O ganho de 1 kg de peso vazio correspondeu à cerca de 1,05 kg de peso vivo em jejum com os animais alimentados com 60% de concentrado, enquanto no trabalho de Galati et al. (2004) correspondeu a 1,15 kg para novilhos Nelore de 21 a 31 meses alimentados com 40% de concentrado. Assim, dietas com maior quantidade de concentrado podem ser vantajosas num sistema de produção de bovinos de corte.

A espessura de gordura subcutânea apresentou interação entre tipo de milho e adição de gordura protegida da degradação ruminal (Tabela 6).

Tabela 6. Espessura de gordura subcutânea (mm) de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal

Dietas					Análise estatística (valor de P)		
SSG ¹	USG ²	SCG ³	UCG ⁴	EP ⁵	Milho	Gordura	Interação ⁶
7,58 ^{ab}	7,75 ^{ab}	9,60 ^a	6,00 ^b	0,65	0,83	0,01	0,004

1. Milho seco sem gordura; 2. Milho úmido sem gordura; 3. Milho seco com gordura; 4. Milho úmido com gordura; 5. Erro padrão; 6. Nível descritivo do teste F para a interação milho e gordura (MXG). Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey $P < 0,05$.

A inclusão de milho úmido à dieta de novilhos Nelore alimentados com 60% de concentrado melhorou a eficiência alimentar, enquanto a inclusão de 4% de gordura protegida da degradação ruminal em substituição à parte do milho melhorou o ganho de peso de carcaça quente. Assim, embora o ganho de peso em jejum não tenha

sido afetado pelos tratamentos, parâmetros importantes do desempenho dos animais foram influenciados.

5.2.2. Análise da uréia sanguínea

Os valores de nitrogênio de origem da uréia no sangue dos animais estão apresentados na Figura 7. Não houve diferença entre os tratamentos com milho seco e úmido ($P=0,11$), com ou sem gordura ($P=0,16$). Também não foi observada interação entre os tratamentos ($P=0,71$).

Figura 7. Valores de nitrogênio uréico no sangue (NUS) de novilhos Nelore alimentados com dietas com milho grão úmido ou seco contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal.

A uréia é a forma primária de excreção de nitrogênio em mamíferos. A concentração de uréia no sangue reflete a utilização de proteína bruta dietética por ruminantes (Lima, 2002). O excesso de nitrogênio pode prejudicar o desempenho reprodutivo e aumentar as exigências de energia uma vez que são necessárias 13,3 kcal de energia digestível para excretar um grama de nitrogênio; além disso, os suplementos protéicos são caros e uma grande quantidade de nitrogênio excretado gera um impacto ambiental negativo (Broderick & Clayton, 1997).

A amônia que não é utilizada pelos microrganismos é absorvida pela parede do rúmen (Nolan, 1993) e vai ao fígado pela circulação sanguínea onde entra no ciclo da uréia (Coelho da Silva & Leão, 1979). No ciclo da uréia, a amônia reage com CO_2 mitocondrial para formar carbamílfosfato, na presença de carbamílfosfato-sintetase. Apenas metade do nitrogênio uréico é originário da amônia livre, o restante do nitrogênio é proveniente do aspartato citoplasmático que, por sua vez, atua como doador específico de nitrogênio na conversão da citrulina em arginina (Lobley et al., 1995).

Segundo Kunkle & Hopkins (1999), apenas uma porção da adição extra de nitrogênio na alimentação é retido como ganho de peso adicional, e o restante é metabolizado em uréia, aumentando as concentrações séricas. Desta forma, o NUS (nitrogênio originário da uréia sanguínea) é utilizado como indicativo do balanço protéico, sendo que os limites que indicam a adequada ingestão protéica são de 9 a 12 mg/dl (Hamond et al., 1993).

No experimento realizado, encontramos valores acima de 12 mg/dl. Entretanto, estes valores são considerados normais por Dukes (1996), que cita de 10 a 30 mg/dl de NUS para bovinos.

Valadares et al. (1997), trabalhando com novilhos zebus alimentados com rações contendo 45% de concentrado e teores de proteína bruta variando de 7,0 a 14,5%, verificaram, por meio de análise de regressão, que a faixa de concentração plasmática de NUS de 13,52 a 15,15 mg/dl correspondeu à máxima eficiência microbiana e, provavelmente, representaria o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína para esses animais.

A análise de uréia deste experimento mostrou que não houve excreção excessiva de nitrogênio por novilhos Nelore alimentados com as dietas experimentais contendo 60% de concentrado com milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, o que mostra que não houve suprimento excessivo de proteína bruta aos animais.

5.2.3. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para o ganho de peso

O fornecimento de gordura protegida aos animais poderia alterar a deposição de gordura interna (ao redor dos órgãos), e conseqüentemente exigir uma equação específica de estimativa de gordura no corpo vazio para estes animais. Assim, foi analisado o peso de gordura interna (renal, pélvica e inguinal) em kg por 100 kg de peso vivo em jejum (PVJ) obtido após o abate dos animais.

Não houve efeito significativo ($P=0,07$) para o tipo de milho, os animais alimentados com milho seco apresentaram 3,12 kg de gordura por 100 kg de PVJ e os alimentados com milho úmido 2,82 kg/100 kg de PVJ. A inclusão de gordura não alterou ($P=0,50$) a quantidade de gordura interna (2,91 kg/100 kg de PVJ e 3,03 kg/100 kg de PVJ para os tratamentos sem e com gordura protegida da degradação ruminal, respectivamente), assim como não houve interação ($P=0,67$) entre os

fatores. Com isso, é possível afirmar que a equação para a estimativa da gordura no corpo vazio pode ser a mesma para os animais alimentados ou não com a gordura protegida, no presente experimento.

Na Tabela 7 encontra-se a análise estatística e as médias referentes à composição do corte da costela e do corpo vazio dos animais.

Tabela 7. Composição do corte da 9^a-10^a-11^a costelas e do corpo vazio (CVz) de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal

Item	Dietas						Análise estatística (valor de P)		
	Tipo de milho			Gordura			Tipo de Milho	Gordura	MXG ⁶
	Seco	Úmido	EP ³	Sem	Com	EP ³			
% água corte	48,7	50,1	0,53	49,5	49,3	0,53	0,07	0,86	0,33
% água CVz	56,2	57,1	0,35	56,7	56,6	0,35	0,07	0,86	0,33
% extrato etéreo CVz	22,0	20,9	0,42	21,4	21,5	0,42	0,07	0,87	0,33
% proteína Cvz	16,9	17,2	0,11	17,1	17,0	0,11	0,07	0,87	0,33
% cinzas Cvz	4,2	4,3	0,03	4,2	4,2	0,03	0,07	0,88	0,33
Energia (Mcal/kg)	3,02	2,94	0,03	2,98	2,98	0,03	0,07	0,87	0,33

1. Milho seco; 2. Milho úmido; 3. Erro padrão da média; 4. Sem gordura; 5. Com gordura; 6. Nível descritivo do teste F para a interação Milho e Gordura; 7. Corte da 9^a-10^a-11^a costelas.

A composição do corte da 9^a-10^a-11^a costelas e do corpo vazio não diferiram entre os tratamentos avaliados.

A composição do corpo vazio foi semelhante à observada por Alleoni et al. (1997), que trabalharam com novilhos Nelore de 25,7 meses alimentados com 50% de concentrado. Os valores obtidos pelos autores foram de 57,5% de água; 21,2% de extrato etéreo; 17,1% de proteína e 4,2% de cinzas. Entretanto Tedeschi et al. (2002), trabalhando com novilhos Nelore de 21 a 24 meses alimentados *ad libitum*, obtiveram valores mais elevados de gordura (24,7%) apesar do peso no abate ter sido menor (418 kg em comparação com 528 kg deste experimento). Os valores dos outros componentes foram 16,9% de proteína, 54,6% de água e 3,87% de cinzas.

Segundo Murray & Slezacek (1988), biologicamente, um animal que atinge a maturidade apresenta declínio no peso e proporção dos órgãos viscerais, particularmente o fígado e trato digestivo, resultando em redução no requerimento de energia para manutenção (Ferrel, 1988). Devido ao menor requerimento de energia para manutenção proporcionalmente ao peso corporal, mais energia pode ser usada para o crescimento da carcaça, particularmente para a deposição de gordura (Ryan & Williams, 1989). Desta forma, esperar-se-ia maior proporção de gordura em animais com maior maturidade.

Putrino (2002) trabalhou com tourinhos Nelore, abatidos com cerca de 13 meses e 361,9 kg de peso em jejum, e a composição do corpo vazio foi de 61,22% de água, 15,05% de extrato etéreo, 18,84% de proteína e 4,53% de cinzas. Isso demonstra que animais mais jovens têm uma menor proporção de gordura e maior de proteína em relação aos de maior maturidade.

Para animais Santa Gertrudis com 322 kg de peso vazio, as porcentagens de nutrientes no corpo vazio foram 59,55% de água, 16,17% de extrato etéreo, 20,04% de proteína e 4,24% de cinzas (Henrique et al., 2003). Os valores de extrato etéreo são menores e os de proteína maiores em relação ao Nelore (491,2 kg de peso vazio) devido à menor maturidade dos animais da raça Santa Gertrudis.

A Tabela 8 mostra a composição do corpo vazio dos animais no início e no final do experimento.

Tabela 8. Composição do corpo vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal no início e final do experimento

Item	Dietas						Análise estatística (valor de P)		
	Tipo de milho			Gordura			Tipo de Milho	Gordura	MXG ⁶
	MiS ¹	MU ²	EP ³	SG ⁴	CG ⁵	EP ³			
Composição inicial									
Água (kg)	222,9	218,4	2,90	221,8	219,4	2,90	0,28	0,57	0,83
Extrato etéreo (kg)	87,5	80,1	2,31	83,9	83,7	2,31	0,03	0,96	0,33
Proteína (kg)	67,1	65,7	0,87	66,8	66,0	0,87	0,28	0,57	0,83
Cinzas (kg)	16,7	16,3	0,22	16,6	16,4	0,22	0,28	0,56	0,83
Energia (Mcal)	1196,8	1119,4	24,1	1160,9	1155,3	24,0	0,03	0,87	0,40
Composição final									
Água (kg)	273,5	271,5	4,29	271,7	273,3	4,29	0,75	0,80	0,62
Extrato etéreo (kg)	107,4	99,7	3,07	102,9	104,1	3,07	0,08	0,77	0,43
Proteína (kg)	82,3	81,7	1,29	81,8	82,2	1,29	0,75	0,80	0,62
Cinzas (kg)	20,4	20,3	0,32	20,3	20,4	0,32	0,75	0,80	0,62
Energia (Mcal)	1473,6	1398,1	33,0	1428,6	1443,1	33,0	0,11	0,76	0,57

1. Milho seco; 2. Milho úmido; 3. Erro padrão da média; 4. Sem gordura; 5. Com gordura; 6. Nível descritivo do teste F para a interação Milho e Gordura.

Os animais alimentados com milho seco possuíam maior quantidade de extrato etéreo no corpo vazio, e conseqüentemente energia, no início do experimento, o que levou estes mesmos animais a apresentarem tendência ($P=0,08$) de maior quantidade de extrato etéreo no corpo vazio também no final do experimento, quando comparados aos animais alimentados com o milho úmido.

Na Tabela 9 estão as taxas de deposição de água, proteína, cinzas e energia e a composição do ganho de peso vazio.

Tabela 9. Taxa de deposição dos componentes químicos corporais e composição do ganho de peso vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal

Item	Dietas						Análise estatística (valor de P)		
	Tipo de milho			Gordura			Tipo de Milho	Gordura	MXG ⁶
	MiS ¹	MU ²	EP ³	SG ⁴	CG ⁵	EP ³			
Taxa de deposição									
Água, kg/dia	0,74	0,76	0,03	0,72	0,78	0,03	0,56	0,19	0,56
Extrato etéreo, kg/dia	0,29	0,28	0,02	0,27	0,30	0,02	0,68	0,29	0,82
Proteína, kg/dia	0,22	0,23	0,01	0,22	0,24	0,01	0,56	0,19	0,56
Cinzas, kg/dia	0,06	0,06	0,002	0,05	0,06	0,002	0,58	0,20	0,56
Energia retida, Mcal/dia	4,05	3,99	0,20	3,86	4,18	0,20	0,84	0,26	0,99
Composição do ganho de peso vazio									
% Água	56,6	57,4	0,32	57,0	57,0	0,32	0,07	0,86	0,32
% Extrato etéreo	22,2	21,0	0,44	21,5	21,6	0,44	0,07	0,86	0,32
% Proteína	17,0	17,3	0,10	17,2	17,1	0,10	0,07	0,87	0,32
% Cinzas	4,2	4,3	0,02	4,3	4,3	0,02	0,07	0,86	0,33
Energia, Mcal/kg GPVz	3,08	2,99	0,03	3,03	3,03	0,03	0,06	0,93	0,26
Proteína, kg/kg GPVz	0,169	0,172	0,001	0,171	0,170	0,001	0,06	0,78	0,32
Gordura, kg/kg GPVz	0,220	0,209	0,004	0,214	0,215	0,004	0,07	0,83	0,32

1. Milho seco; 2. Milho úmido; 3. Erro padrão da média; 4. Sem gordura; 5. Com gordura; 6. Nível descritivo do teste F para a interação Milho e Gordura.

Não houve diferença na taxa de deposição e composição do ganho de peso vazio entre os tratamentos avaliados. Mas houve tendência de maior deposição de energia no tratamento com milho seco ($P < 0,06$).

Resultados diferentes foram obtidos por Berndt et al. (2002), trabalhando com tourinhos Santa Gertrudis alimentados com milho grão úmido ou seco combinados com silagem de milho ou bagaço de cana-de-açúcar. O milho úmido aumentou o teor de gordura, a taxa de deposição de lipídios e o teor de energia no ganho de peso.

Putrino (2002) trabalhou com tourinhos Nelore abatidos com 361,9 kg e observou maiores requerimentos de proteína (0,188 kg/kg de GPVz), menores de energia (2,46 Mcal/kg de GPVz) e menor quantidade de gordura por kg de GPVz (0,150 kg) do que neste trabalho. Estes valores mostram, assim como Geay (1984) afirmou, que as exigências protéicas para ganho de peso são maiores nos animais inteiros em relação aos castrados. Além disso, foi demonstrado que os requerimentos de proteína diminuem à medida que o peso corporal se eleva, como no trabalho de Vêras et al. (2001), compilando dados de animais de dois experimentos, um com Nelore e outro com animais F1 Nelore x Simental, não-castrados.

O NRC (1996) mostra maior porcentagem de gordura e menor de proteína no ganho à medida que o peso corporal aumenta, justificando um maior requerimento

de energia líquida para ganho. Segundo Grant & Helferich (1991) isto ocorre devido à desaceleração do crescimento muscular. Resultados semelhantes foram obtidos por Vêras et al. (2000) com animais Nelore, não-castrados.

Lanna et al. (1997) trabalharam com tourinhos Nelore abatidos com 500 kg e encontraram teores de lipídios de 19% no corpo vazio. Estes valores estão abaixo dos encontrados neste trabalho (21,59%), provavelmente porque o peso ao abate era maior (527,77 kg) e eram animais castrados.

Não foi encontrado efeito das dietas sobre a gordura corporal, o que pode ser constatado nas Figuras 8 e 9 a seguir.

Figura 8. Gordura corporal em função do peso corporal vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho.

Figura 9. Gordura corporal em função do peso corporal vazio de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da inclusão de gordura.

A distribuição dos valores obtidos nas Figuras 8 e 9 mostrou a estabilização da porcentagem de gordura corporal em relação ao aumento do peso vazio.

A composição corporal e as exigências líquidas de energia e proteína para ganho de peso de novilhos Nelore, alimentados com 60% de concentrado, não foram afetadas pelo tipo de milho (seco ou úmido) ou pela inclusão de gordura protegida à dieta.

5.2.4. Energia

O fornecimento de milho grão úmido e de gordura protegida não alterou a energia retida (ER, em Mcal/dia – Tabela 9) pelos animais. Os valores de ER foram avaliados em função da ingestão de energia metabolizável (EM), calculada para os animais confinados em função da média obtida para cada tratamento (milho seco ou úmido, com ou sem gordura protegida) no ensaio de digestibilidade.

Nas figuras 10 e 11 estão relações entre ER e ingestão de EM de acordo com os tratamentos fornecidos aos animais.

Figura 10. Energia retida em Mcal/dia (ER) e ingestão de energia metabolizável em Mcal/dia (IEM) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho.

A ingestão de energia metabolizável foi maior ($P < 0,01$) para os animais alimentados com milho seco em relação ao milho úmido, entretanto a energia retida não diferiu ($P = 0,84$) entre os tratamentos. O milho úmido proporcionou 15,89% e o milho seco 13% de retenção de energia em relação à ingestão de energia metabolizável, ou seja, a retenção de energia pelos animais alimentados com milho úmido foi 18,2% maior do que com milho seco.

Figura 11. Energia retida em Mcal/dia (ER) e ingestão de energia metabolizável em Mcal/dia (IEM) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da presença de gordura

Da mesma maneira, a ingestão de energia metabolizável foi maior ($P < 0,01$) para os animais alimentados com gordura protegida da degradação ruminal em relação aos alimentados sem gordura, e a energia retida não diferiu ($P = 0,26$) entre os dois tratamentos. O tratamento sem gordura proporcionou 15,24% e o com a gordura 13,50% de retenção de energia em relação à ingestão de energia metabolizável. A retenção de energia pelos animais alimentados sem gordura foi 11,4% maior em relação aos alimentados com a gordura.

A ER também foi comparada com o ganho de peso vazio (kg/dia), e os resultados obtidos estão nas Figuras 12 e 13.

Figura 12. Energia retida (Mcal/dia) em função do ganho de peso vazio (kg/dia) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função do tipo de milho.

Figura 13. Energia retida (Mcal/dia) em função do ganho de peso vazio (kg/dia) por novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da presença de gordura.

É possível notar que o aumento do ganho de peso vazio levou ao aumento da ER. Resultados semelhantes foram observados por Berndt et al. (2002), trabalhando com tourinhos Santa Gertrudis alimentados com dietas contendo 80 ou 88% de concentrado contendo grão de milho seco ou úmido. O mesmo comportamento foi citado por Lofgreen & Garret (1968) e o NRC (1996).

Tedeschi et al. (2002) trabalharam com tourinhos e novilhos Nelore e propuseram equações de predição da gordura e da proteína no ganho:

* Predição gordura ganho (PGG):

$$\text{PGG (kg/dia)} = 0,0122 - 0,00131 \times \text{ERc} - 0,159 \times \text{GPVz} + 0,1203 \times \text{ERc} \times \text{GPVz} \quad (R^2 = 0,997)$$

* Predição proteína ganho (PPG):

$$\text{PPG (kg/dia)} = -0,00837 - 0,183 \times \text{PGG} + 0,232 \times \text{GPVz} \quad (R^2 = 0,914)$$

Onde: ERc = concentração da energia retida

GPVz = ganho de peso vazio

A partir destas equações foram calculados os valores de gordura e proteína no ganho, e estes foram comparados com os valores observados. Os resultados estão demonstrados nas Figuras 14 e 15.

Figura 14. Gordura residual (observada menos a predita pela equação) em função da gordura predita para novilhos Nelore, alimentados com milho grão seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal.

A disposição dos pontos no gráfico mostra que a equação proposta por Tedeschi et al. (2002) não atendeu as características de todos os animais deste experimento. Os valores observados foram próximos aos preditos para ganhos de gordura de cerca de 200 a 250 g/dia. Para os animais com ganho de gordura menores que estes valores, a equação superestimou o ganho, assim como subestimou para aqueles que ganharam acima de 250 g/dia.

Figura 15. Proteína residual (observada menos a predita pela equação) em função da proteína predita para novilhos Nelore, alimentados com milho grão seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal.

Quanto ao ganho de proteína, a equação proposta por Tedeschi et al. (2002) não retratou nenhum dos valores observados para novilhos Nelore alimentados com 60% de concentrado com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal. Os valores preditos subestimaram o ganho de proteína.

A partir da ER observada, foi calculada a porcentagem de ER como proteína. Esta apresentou diferença para a interação ($P=0,03$) entre o tipo de milho e a inclusão ou não da gordura na dieta. A diferença ($P=0,03$) obtida a partir do teste F foi entre os tratamentos milho seco com gordura (média: 30,97%) e milho úmido com gordura (média: 33,38%).

Figura 16. Energia retida como proteína (% da energia retida) em função da energia retida (Mcal/dia) por novilhos Nelore em função dos tratamentos alimentares.

* As letras no interior das colunas indicam diferenças de acordo com o teste F.

Tedeschi et al. (2002) observaram para tourinhos Nelore redução da porcentagem de ER como proteína à medida que a ER (Mcal/dia) aumentava. Para novilhos, os autores, assim como neste trabalho, não observaram alteração da porcentagem de ER como proteína com a alteração da ER.

A eficiência de retenção de energia metabolizável foi maior para os animais alimentados com o milho grão úmido em relação ao milho seco, e para os animais alimentados sem a gordura protegida em relação aos que receberam o alimento. Também foi observada maior retenção de energia com o aumento do ganho de peso vazio.

5.3. Experimento III

5.3.1. Composição centesimal da carne

Os resultados da análise estatística da composição centesimal da carne estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10. Nível descritivo do teste F (valores de P) da composição centesimal de cortes cárneos de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal

Nutrientes	Variáveis avaliadas						
	Tipo de milho	Gordura	Corte ¹	Gordura * Milho	Corte * Milho	Corte* Gordura	Interação tripla ²
Água	0,221	0,038	<0,01	0,988	0,471	0,118	0,245
Matéria seca ³	0,360	0,044	<0,01	0,924	0,444	0,142	0,129
Nutrientes na matéria seca							
Proteína bruta	0,680	0,426	<0,01	0,315	0,371	0,502	0,809
Extrato etéreo	0,723	0,007	<0,01	0,455	0,114	0,083	0,365
Matéria mineral	0,242	0,911	<0,01	0,488	0,281	0,542	0,518
Matéria desengordurada							
Água	0,886	0,447	<0,01	0,505	0,709	0,479	0,684
Nutrientes na matéria seca desengordurada							
Proteína bruta	0,924	0,518	<0,01	0,372	0,377	0,560	0,768
Matéria mineral	0,644	0,275	<0,01	0,322	0,129	0,290	0,735

1: Acém, alcatra, contra-filé, coxão duro, coxão mole, filé mignon, fraldinha, lagarto, maminha, paleta, patinho e picanha; 2: Interação tripla entre os fatores milho, gordura e corte; 3: Matéria seca total.

A gordura influenciou o teor de água, matéria seca total e extrato etéreo dos cortes cárneos. E os tipos de cortes diferiram entre todos os nutrientes avaliados, tanto na composição original como na matéria desengordurada.

As médias dos tratamentos alimentares estão demonstradas na Tabela 11. As médias obtidas para os cortes cárneos na matéria original estão na Tabela 12.

Tabela 11. Composição centesimal da carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares

Nutriente	Tratamentos					
	Tipo de milho			Gordura		
	Seco	Úmido	EP ³	Sem	Com	EP ³
Água (%)	73,74	74,02	0,16	74,12	73,63	0,16
Matéria seca ¹ (%)	24,72	24,51	0,16	24,38	24,85	0,16
Proteína bruta (%)	20,04	19,97	0,11	20,07	19,94	0,11
Extrato etéreo (%)	4,89	4,81	0,17	4,52	5,18	0,17
Matéria mineral (%)	1,24	1,21	0,17	1,22	1,23	0,17
Matéria desengordurada						
Água (%)	77,66	77,77	0,11	77,73	77,71	0,11
Nutrientes na matéria seca desengordurada						
Proteína bruta (%)	21,05	20,95	0,10	20,99	21,01	0,10
Matéria mineral (%)	1,30	1,27	0,02	1,28	1,29	0,02

1: Matéria seca total.

Como a gordura apresentou efeito sobre o teor de extrato etéreo, seria esperado que também alterasse a porcentagem de água, já que os dois nutrientes, geralmente, são inversamente proporcionais. Assim, o uso da gordura na dieta elevou o teor de extrato etéreo na carne, e como consequência, reduziu a porcentagem de água e aumentou a matéria seca.

Tabela 12. Composição centesimal da carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos cortes cárneos

Corte	Nutriente (%)									
	Água	EP ¹	MS ²	EP ¹	PB ³	EP ¹	EE ⁴	EP ¹	MM ⁵	EP ¹
Acém	74,01 ^{acdf}	0,51	24,76 ^{abce}	0,49	18,25 ^a	0,17	6,27 ^{ag}	0,25	1,04 ^{ae}	0,03
Alcatra	73,59 ^{af}	0,13	25,18 ^a	0,13	22,60 ^b	0,17	2,48 ^b	0,22	1,40 ^b	0,04
Contra-filé	73,74 ^{af}	0,12	24,69 ^b	0,11	21,54 ^c	0,17	3,46 ^{cd}	0,17	1,26 ^{bcd}	0,05
Coxão duro	75,16 ^c	0,17	23,22 ^{cf}	0,17	20,45 ^{deh}	0,17	3,11 ^{bcd}	0,13	1,18 ^{cdf}	0,02
Coxão mole	73,94 ^{adf}	0,12	24,28 ^{bd}	0,10	21,10 ^{cd}	0,17	3,67 ^d	0,14	1,36 ^{bd}	0,03
Filé mignon	74,50 ^{cd}	0,20	23,84 ^{cd}	0,21	20,38 ^{eh}	0,16	3,73 ^{cd}	0,25	1,39 ^b	0,03
Fraldinha	71,95 ^b	0,28	26,23 ^{eg}	0,28	18,09 ^a	0,17	8,86 ^e	0,31	0,98 ^a	0,02
Lagarto	74,42 ^d	0,16	24,13 ^{bd}	0,16	19,54 ^f	0,18	4,96 ^f	0,21	1,15 ^{cef}	0,02
Maminha	73,31 ^f	0,22	25,39 ^{abe}	0,23	18,60 ^{ag}	0,17	6,96 ^a	0,31	1,11 ^{ce}	0,02
Paleta	74,09 ^{ad}	0,14	24,70 ^{ab}	0,14	18,91 ^{fg}	0,16	5,77 ^{fg}	0,19	1,23 ^{cdf}	0,04
Patinho	75,80 ^e	0,13	22,61 ^f	0,13	19,90 ^{ef}	0,16	3,10 ^{bc}	0,09	1,21 ^f	0,02
Picanha	72,03 ^b	0,20	26,34 ^g	0,20	20,68 ^{dh}	0,17	5,81 ^{afg}	0,29	1,41 ^b	0,05

1: Erro padrão da média; 2: Matéria seca total; 3: Proteína bruta; 4: Extrato etéreo; 5: Matéria mineral. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey P<0,05.

O menor teor de água foi da fraldinha e picanha. O patinho teve o maior conteúdo de água e conseqüentemente o menor de matéria seca total. A picanha e a fraldinha têm as maiores quantidades de matéria seca total. A proteína bruta foi menor para fraldinha, acém e maminha, e maior para alcatra. Os menores valores de extrato etéreo foram para a alcatra, patinho e coxão duro e o maior para fraldinha. As menores porcentagens de matéria mineral foram da fraldinha e acém e as maiores da picanha, alcatra, filé mignon, coxão mole e contra-filé.

O Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação NEPA (2004) criou uma Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, destinada à nutrição humana, a partir da análises da carne de novilhos Nelore com idade aproximada de 30 meses. As comparações entre os valores encontrados neste experimento e os obtidos pelo NEPA estão demonstrados nas Figuras 17, 18, 19 e 20.

Figura 17. Comparação entre teor de água dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b), filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2).

Vaz et al. (2001) trabalharam com bovinos machos (inteiros e castrados) puros Charolês e Nelore, e mestiços das duas raças, alimentados com 36% de concentrado e volumoso a base de silagem de sorgo e cana-de-açúcar; abatidos com 24 meses, 425 kg de peso vivo para os inteiros e 399 kg para os castrados. Os autores analisaram a carne do contra-filé e verificaram maior teor de água para os inteiros (71,94% e 70,78% para os castrados). Também foram verificadas diferenças entre os animais puros, os cruzados e entre puros e cruzados. Os animais da raça Nelore (puros) apresentaram 71,3% de água, valor inferior ao encontrado neste experimento (73,7% para o contra-filé).

Rusman et al. (2003) também encontraram valores menores de água no contra-filé (71,47%) e no coxão duro (72,35%) em relação a este trabalho, avaliando várias raças, sem diferenças entre elas.

Para o coxão mole, Dransfield et al. (1983) encontraram valores superiores aos deste trabalho para novilhos da raça Charolês (74,27%).

Os valores de água na carne variam em torno de 70% e 75%, e como foi visto na comparação entre os cortes (Tabela 12), são inversos aos valores de extrato etéreo, ou seja, quanto maior o teor de gordura, menor será o de água. Portanto, quanto maior a deposição de gordura intramuscular, menor será a porcentagem de água na carne.

Figura 18. Comparação entre teor de proteína bruta dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b) filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2).

As porcentagens de proteína bruta (PB) obtidas pelo NEPA (2004) foram maiores para todos cortes analisados, exceto coxão mole e fraldinha. Vale notar que a determinação da PB por estes autores foi feita pelo método Kjeldahl.

Resultados mais elevados de PB para o contra-filé também foram encontrados por French et al. (2000) (23,1%), e Rusman et al. (2003) (23,45%), que citaram 23,96% de PB para o coxão duro de animais das raças Angus, Hereford, Friesian e cruzamento comercial australiano.

No trabalho de Vaz et al. (2001) os valores de PB no contra-filé foram de 26,34% para animais castrados, 26,33% para inteiros e 26,4% para Nelore puro.

Em carneiros, a PB encontrada no contra-filé por Rowe et al. (1999) foi menor (19,39%) do que a neste trabalho, em bovinos.

Figura 19. Comparação entre teor de extrato etéreo dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b) filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2).

Quanto ao teor de extrato etéreo (EE), grandes diferenças foram encontradas entre os dados dos dois trabalhos. A maior variação foi observada na fraldinha, entretanto, o NEPA (2004) não cita a retirada da gordura visível neste corte antes da análise laboratorial. Vale lembrar que a fraldinha pode ter grande variação na quantidade de gordura visível ao longo da peça, e possivelmente as amostras não foram retiradas do mesmo local.

Os valores de EE no contra-filé foram semelhantes aos de French et al. (2000), cujo valor médio foi de 4,07%. Entretanto, foram mais elevados do que os obtidos por Rusman et al. (2003) para o contra-filé (2,77%) e o coxão duro (1,79%); e os obtidos por Vaz et al. (2001): 2,88% para os castrados e 2,23% para os da raça Nelore puros.

Para os novilhos Charolês, Dransfield et al. (1983) encontraram porcentagens menores de gordura (2,9%) para o coxão mole. Esta raça é de grande porte, atingindo a maturidade fisiológica com pesos mais elevados.

Em carneiros, o teor de EE foi de 10,79% no contra-filé de animais alimentados com 58% de concentrado (Rowe et al., 1999).

Figura 20. Comparação entre teor de matéria mineral dos cortes acém, alcatra, contra-filé, coxão duro (a), coxão mole (b) filé mignon, fraldinha (c), maminha (d), paleta, patinho e picanha de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados pelo NEPA (2004) (2).

Em geral, o teor de matéria mineral (MM) foi mais elevado para as amostras deste trabalho quando comparados às do NEPA (2004).

French et al. (2000) encontrou valores de MM próximos a este trabalho para o contra-filé: 1,14%. Rusman et al. (2003) obtiveram 1,34% de MM para o contra-filé e 1,44% para o coxão duro.

Para o contra-filé de carneiros, Rowe et al. (1999) citaram valores de MM de 0,86%.

As médias obtidas para os cortes cárneos na matéria desengordurada estão na Tabela 13.

Tabela 13. Composição da carne na matéria desengordurada de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos cortes cárneos

Corte	Nutriente (%)					
	Água	EP ¹	Na matéria seca			
			Proteína bruta	EP ¹	Matéria mineral	EP ¹
Acém	79,45 ^a	0,13	19,46 ^a	0,15	1,09 ^a	0,02
Alcatra	75,41 ^b	0,16	23,17 ^b	0,15	1,42 ^b	0,04
Contra-filé	76,39 ^c	0,12	22,31 ^c	0,15	1,31 ^{bcd}	0,05
Coxão duro	77,68 ^{df}	0,13	21,11 ^{df}	0,15	1,22 ^c	0,02
Coxão mole	76,69 ^c	0,15	21,90 ^c	0,15	1,41 ^{bd}	0,03
Filé mignon	77,39 ^f	0,11	21,17 ^d	0,15	1,44 ^{bd}	0,03
Fraldinha	79,09 ^{ae}	0,16	19,84 ^{ae}	0,15	1,08 ^a	0,02
Lagarto	78,25 ^{dhi}	0,18	20,55 ^{fg}	0,16	1,20 ^c	0,02
Maminha	78,83 ^{eh}	0,16	19,98 ^{ag}	0,15	1,19 ^c	0,02
Paleta	78,64 ^{ehj}	0,15	20,06 ^{eg}	0,15	1,31 ^{bc}	0,04
Patinho	78,22 ^{gij}	0,14	20,53 ^{fg}	0,15	1,25 ^c	0,02
Picanha	76,57 ^c	0,20	21,93 ^c	0,15	1,50 ^d	0,05

1: Erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey $P < 0,10$.

Na matéria desengordurada, a menor porcentagem de água foi para alcatra e as maiores para acém e fraldinha. Quanto à proteína bruta na matéria seca desengordurada, os menores teores são do acém, fraldinha e maminha, e o maior da alcatra. A matéria mineral foi menor para fraldinha e acém, e maior para picanha, filé mignon, coxão mole e contra-filé.

A análise da matéria desengordurada tinha por objetivo constatar se o extrato etéreo seria a maior fonte de variação entre os cortes cárneos dos bovinos. Com o resultado obtido, pode-se constatar que os cortes também diferem em relação à água, proteína e minerais, independentes do extrato etéreo.

A composição centesimal da carne de vários cortes de novilhos Nelore, alimentados com 60% de concentrado com milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, foi afetada pela inclusão da gordura, o que elevou o teor de matéria seca e conseqüentemente baixou a porcentagem de água, e elevou o teor de extrato etéreo nas amostras.

Os cortes diferiram quanto à análise centesimal: a maior porcentagem de extrato etéreo foi encontrada na fraldinha, e as menores quantidades na alcatra, patinho e coxão duro. A alcatra continha a maior quantidade de proteína bruta, e a fraldinha, acém e maminha as menores porcentagens.

5.3.2. Perfil de ácidos graxos da carne

Os resultados das determinações de ácidos graxos das rações utilizadas no experimento estão na Tabela 14.

Tabela 14. Porcentagem de ácidos graxos nas dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal fornecidas a novilhos Nelore

Parâmetro	Ração (completa)				Lacto Plus®
	SSG	USG	SCG	UCG	
Extrato etéreo (%)	4,18	4,28	5,88	5,98	-
Ácidos graxos					
C 16:0 (palmítico)	26,32	21,86	26,36	21,91	38,7
C 18:0 (esteárico)	2,87	3,84	2,04	3,01	6,7
C 18:1 c9 (oleico)	30,86	32,15	32,99	34,28	44,2
C 18:2 c9 c12 (linoleico)	39,95	40,14	38,61	38,80	10,4
C 18:3 c9 c12 c15 (linolênico)	-	2,01	-	2,01	-

1. Milho seco sem gordura; 2. Milho úmido sem gordura; 3. Milho seco com gordura; 4. Milho úmido com gordura. Hífen indica não detectado ao limite de 0,05%.

De acordo com a análise da ração pode-se dizer que, provavelmente, o óleo utilizado para a produção da gordura protegida foi o óleo de palma e não o de soja.

Segundo a Food Technology (1989), o óleo de soja pertence ao grupo do ácido linolênico, contendo cerca de 7% deste ácido em sua composição. Já o óleo de palma pertence ao grupo do ácido oleico e é composto, em geral, por: 44% de ácido palmítico, 5% de ácido esteárico, 39% de ácido oleico e 10% de linoleico.

A análise estatística individual dos ácidos graxos (AG) da carne está na Tabela 15, na Tabela 18 está das somas dos AG e suas relações, e na Tabela 20 está a análise dos AG encontrados apenas no contra-filé.

Nos cortes coxão mole, lagarto e paleta não foram identificados alguns AG, pois a leitura no cromatógrafo foi cessada com tempo inferior a utilizada para a análise do contra-filé.

Tabela 15. Nível descritivo do teste F (valores de P) do perfil de ácidos graxos dos cortes cárneos de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal

Ácido graxo		Variáveis avaliadas						
Fórmula	Nome	Tipo de milho	Gordura	Corte	Gordura * Milho	Corte * Milho	Corte * Gordura	Interação tripla ^a
C 6:0	Capríco	0,918	0,212	0,056	0,508	0,793	0,883	0,469
C 10:0	Cáprico	0,732	0,656	0,340	0,416	0,861	0,850	0,388
C 12:0	Láurico	0,972	0,929	< 0,01	0,990	0,770	0,258	0,931
C 14:0	Mirístico	0,683	0,083	< 0,01	0,568	0,289	0,056	0,019
C 14:1 c9	Miristoleico	0,163	0,010	< 0,01	0,091	0,243	0,861	0,381
C 15:0	Pentadecanóico	0,527	0,025	0,575	0,819	0,423	0,617	0,681
C 16:0	Palmítico	0,627	0,837	< 0,01	0,791	0,263	< 0,01	0,287
C 16:1 c9	Palmitoleico	0,632	0,021	< 0,01	0,037	0,620	0,964	0,394
C 17:0	Margárico	0,543	0,318	< 0,01	0,556	0,626	0,417	0,617
C 17:1	Heptadecenóico	0,995	< 0,01	< 0,01	0,093	0,803	0,776	0,114
C 18:0	Estearico	0,623	0,056	< 0,01	0,085	0,502	0,335	0,372
C 18:1 t11	Vacênico	0,069	< 0,01	< 0,01	0,671	0,957	0,165	0,241
C 18:1 c9	Oléico	0,649	0,066	< 0,01	0,067	0,525	0,203	0,107
C 18:1 c11	Asclépico	0,013	< 0,01	< 0,01	0,435	0,965	0,327	0,376
C 18:1 c12	cis-12 octadecenóico	0,892	< 0,01	0,178	0,328	0,972	< 0,01	0,197
C 18:1 t16	trans-16 octadecenóico	0,017	0,055	< 0,01	< 0,01	0,083	0,013	0,044
C 18:2 t11 c15	trans-11, cis-15 octadecadienóico	0,098	0,690	< 0,01	0,271	< 0,01	< 0,01	0,751
C 18:2 c9 c12	Linoleico	0,195	0,456	< 0,01	0,188	0,131	0,468	0,193
C 18:2 c9 t11	cis-9, trans-11 octadecadienóico (CLA) ^b	< 0,01	< 0,01	0,057	0,769	0,879	0,878	0,182
C 18:2 t10 c12	trans-10, cis-12 octadecadienóico (CLA) ^b	0,492	0,208	< 0,01	0,380	0,643	0,919	0,920
C 18:3 c9 c12 c15	Linolênico	0,246	0,144	< 0,01	0,867	0,765	0,849	0,013

a: Interação tripla entre milho, gordura e corte. b: ácido linoleico conjugado. Os ácidos graxos estão representados da seguinte maneira: o primeiro número indica o número de carbonos, o segundo representa o número de duplas ligações e o terceiro a posição das duplas ligações.

Foi observado efeito do tipo de milho sobre os AG asclépico, trans-16 octadecenóico e cis-9 trans-11 octadecadienóico. Segundo Williams et al. (1983), o consumo de dietas ricas em grãos elevou o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados na carne dos ruminantes.

A gordura influenciou os AG miristoleico, pentadecanóico, palmitoleico, heptadecenóico, vacênico, asclépico, cis-12 octadecenóico e cis-9 trans-11 octadecadienóico. Ludovico (2002) também observou aumento do AG vacênico quando forneceu 20% de Megalac (sais de cálcio de ácidos graxos oriundos de óleo de soja) para bovinos F1 Nelore-Angus inteiros. Este ácido é um produto intermediário da hidrogenação de ácidos graxos poliinsaturados, e de acordo com Bauman et al. (1999) existem, no rúmen, mais bactérias que realizam a biohidrogenação de poliinsaturados até o vacênico do que as que saturam este ácido até o esteárico. Com isso, há um acúmulo de vacênico e, conseqüentemente, uma maior disponibilidade deste para a absorção. Por ser um AG trans, associado ao risco de doenças cardiovasculares, não é desejável a ingestão deste ácido pelos consumidores.

Bock et al. (1991) avaliaram o perfil de AG no contra-filé de novilhos cruzados de porte médio alimentados com 85% de concentrado sem gordura, com 3,5% de sebo ou 3,5% de sais de cálcio de óleo de soja. Os autores observaram menor porcentagem de ácido palmitoleico e maior de esteárico para os animais alimentados com gordura, o mesmo resultado foi encontrado neste trabalho para o AG palmitoleico.

Houve diferença entre cortes para todos os ácidos graxos exceto para capróico, cáprico, pentadecanóico, cis-12 octadecenóico e cis-9 trans-11 octadecadienóico.

Na Tabela 16 estão as médias dos AG de acordo com os tratamentos alimentares e cortes cárneos.

Tabela 16. Porcentagem de ácido graxo na carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares e cortes cárneos

Ácido graxo	Tratamento alimentar								Corte cárneo							
	Tipo de milho				Gordura				Contra-filé	EP ¹	Coxão mole	EP ¹	Lagarto	EP ¹	Paleta	EP ¹
	Seco	EP ¹	Úmido	EP ¹	Sem	EP ¹	Com	EP ¹								
C 6:0	0,080	0,01	0,078	0,01	0,090	0,01	0,067	0,01	0,094	0,01	0,064	0,01	-	-	-	-
C 10:0	0,105	0,03	0,090	0,03	0,107	0,03	0,088	0,03	0,076	0,01	0,119	0,04	-	-	-	-
C 12:0	0,068	0,03	0,067	0,03	0,069	0,03	0,066	0,03	0,101 ^a	0,01	0,037 ^b	0,01	0,060 ^b	0,01	0,073 ^{ab}	0,08
C 14:0	3,45	0,17	3,54	0,16	3,29	0,16	3,70	0,17	4,07 ^a	0,22	3,15 ^b	0,09	3,34 ^b	0,13	3,43 ^{ab}	0,23
C 14:1 c9	0,841	0,05	0,743	0,05	0,886	0,05	0,698	0,05	0,834 ^a	0,03	0,983 ^b	0,06	0,687 ^c	0,05	0,664 ^c	0,03
C 15:0	0,670	0,02	0,691	0,02	0,719	0,02	0,642	0,02	0,686	0,02	0,645	0,03	0,691	0,04	0,700	0,04
C 16:0	26,04	0,39	25,77	0,42	25,96	0,41	25,85	0,39	26,57 ^a	0,27	25,39 ^b	0,35	26,61 ^a	0,31	25,04 ^b	0,30
C 16:1 c9	3,89	0,17	3,76	0,18	4,13	0,18	3,52	0,17	3,72 ^a	0,12	4,51 ^b	0,19	3,60 ^{ac}	0,17	3,47 ^c	0,12
C 17:0	1,25	0,04	1,28	0,04	1,29	0,04	1,24	0,04	1,24 ^a	0,03	1,08 ^b	0,04	1,33 ^c	0,04	1,41 ^c	0,04
C 17:1	0,894	0,03	0,894	0,04	0,978	0,04	0,809	0,03	0,833 ^a	0,02	0,932 ^b	0,04	0,891 ^{ab}	0,04	0,920 ^b	0,02
C 18:0	13,69	0,43	13,99	0,45	13,23	0,45	14,45	0,43	14,15 ^a	0,31	11,75 ^b	0,43	14,36 ^{ac}	0,48	15,10 ^c	0,37
C 18:1 t11	1,94	0,11	2,25	0,12	1,57	0,12	2,62	0,11	1,55 ^a	0,08	2,16 ^b	0,15	2,33 ^b	0,14	2,33 ^b	0,12
C 18:1 c9	40,18	0,57	39,81	0,59	40,77	0,59	39,22	0,57	39,37 ^a	0,47	41,02 ^b	0,47	39,49 ^a	0,58	40,10 ^{ab}	0,55
C 18:1 c11	2,29	0,05	2,10	0,06	2,40	0,05	2,00	0,05	1,49 ^a	0,06	2,71 ^b	0,08	2,30 ^c	0,07	2,30 ^c	0,06
C 18:1 c12	0,302	0,03	0,296	0,04	0,064	0,04	0,534	0,03	0,273	0,03	0,345	0,06	0,339	0,04	0,239	0,04
C 18:1 t16	0,497	0,02	0,424	0,02	0,489	0,02	0,431	0,02	0,111 ^a	0,01	0,714 ^b	0,04	0,511 ^c	0,03	0,506 ^c	0,03
C 18:2 t11 c15	0,065	0,01	0,080	0,01	0,074	0,01	0,071	0,01	0,036 ^a	0,01	0,066 ^b	0,01	0,089 ^{bc}	0,01	0,099 ^c	0,01
C 18:2 c9 c12	2,24	0,10	2,44	0,11	2,28	0,11	2,40	0,10	1,91 ^a	0,10	2,75 ^b	0,13	2,31 ^c	0,11	2,40 ^c	0,11
C 18:2 c9 t11	0,463	0,01	0,549	0,02	0,454	0,02	0,558	0,02	0,481	0,01	0,563	0,03	0,494	0,02	0,488	0,02
C 18:2 t10 c12	0,011	0,002	0,013	0,002	0,014	0,002	0,010	0,002	0,020	0,002	-	-	-	-	0,004	0,002
C 18:3 c9 c12 c15	0,424	0,01	0,445	0,01	0,448	0,01	0,421	0,01	0,299 ^a	0,01	0,467 ^b	0,01	0,467 ^b	0,01	0,504 ^c	0,01

1: Erro padrão da média. Os ácidos graxos estão representados da seguinte maneira: o primeiro número indica o número de carbonos, o segundo representa o número de duplas ligações e o terceiro a posição das duplas ligações. Os espaços ocupados por hífen indicam que o AG não apareceu na análise de cromatografia. Nos cortes, médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey P<0,05.

As diferenças entre as médias dos AG que apresentaram interação entre os fatores serão comentadas após a exibição dos seus respectivos valores.

Para os AG que apresentaram diferença entre os tipos de milho, o asclépico e o trans-16 octadecenóico apareceram em maior quantidade na carne dos novinhos alimentados com milho seco e o cis-9 trans-11 octadecadienóico (CLA) na carne dos animais alimentados com milho úmido.

Os animais alimentados com as dietas sem gordura apresentaram maiores quantidades de miristoleico, pentadecanóico, heptadecenóico, asclépico, e menores quantidades de vacênico e cis-9 trans-11 octadecadienóico (CLA).

O isômero cis-9 trans-11 octadecadienóico (CLA) foi identificado como anticarcinogênico natural (Pariza & Ha, 1990) e as quantidades observadas neste trabalho (em torno de 5 mg/g) estão dentro do intervalo entre 3 e 7 mg/g, citado por Kelly et al. (1998) para a carne e o leite dos ruminantes.

O AG láurico apareceu em maior quantidade no contra-filé e na paleta e o miristoleico no coxão mole. O maior teor de palmitoleico foi no coxão mole.

O margárico esteve em maior quantidade na paleta e lagarto, e o heptadecenóico no coxão mole, paleta e lagarto. Segundo Duckett (2002) os ácidos graxos de cadeia ímpar aparecem no perfil de ácidos graxos da carne de ruminantes devido à incorporação de propionato ao invés de acetato na síntese *de novo* dos ácidos graxos.

A paleta possuía também a maior quantidade de esteárico, considerado o único ácido graxo saturado neutro, pois embora seja um AG saturado, não tem efeito prejudicial ao sistema cardiovascular segundo Monegaglia & Beyruti (2004), que citam que este AG quando consumido pelos humanos é transformado no fígado em ácido oleico (monoinsaturado). Vale lembrar que os AG monoinsaturados exercem efeito neutro ou ligeiramente hipocolesterolêmico; os AG trans têm efeito intermediário aos saturados e insaturados *cis*; e os poliinsaturados são potentes hipocolesterolêmicos (Penny & Shaomei, 1997).

O vacênico esteve em maior quantidade no lagarto, paleta e coxão mole, e o oleico no coxão mole e paleta. O asclépico apareceu em maior porcentagem no coxão mole. O coxão mole também teve a maior quantidade de linoleico, e o trans-10 cis-12 octadecadienóico (CLA) apareceu em maior quantidade no contra-filé. O isômero trans-10 cis-12 octadecadienóico (CLA) está identificado como agente

repartidor de nutrientes, relacionado ao metabolismo de gordura (McGuire et al., 1997)

É possível notar que além da alimentação, o perfil de AG da carne de bovinos é afetado pelo corte cárneo, ou seja, há uma deposição diferente dos AG da dieta ou na síntese *de novo*. Rule et al. (1995) citaram trabalhos em que a deposição de gordura influenciou a composição de AG do tecido adiposo de bovinos, ovinos e suínos, assim como dos diferentes músculos de bovinos. Sweeten et al. (1990) estudaram a composição de AG dos lipídios citoplasmáticos e da membrana de vários músculos e depósitos de tecido adiposo. Ou autores verificaram diferenças na distribuição subcelular dos AG entre os músculos e depósitos de tecido adiposo.

Entretanto, Rhee et al. (1988) avaliaram os músculos respectivos dos cortes contra-filé, filé mignon, coxão mole e lagarto de novilhos Angus x Hereford, e observaram composição similar de ácidos graxos entre eles, exceto para o ácido esteárico (maior no filé mignon) e para a soma de monoinsaturados, maior para o lagarto e menor para o filé mignon.

A Figura 21 mostra a comparação entre os dados obtidos neste experimento para bovinos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, e os citados por Rule et al. (1995), de bovinos alimentados com dietas de alta energia, para alguns ácidos graxos do contra-filé, lagarto e paleta.

Figura 21. Comparação entre ácidos graxos dos cortes contra-filé, lagarto e paleta de bovinos mensurados neste experimento (1) e citados por Rule et al. (1995) (2).

De maneira geral, os valores comparados entre os dois trabalhos são próximos, e as diferenças aparecem entre os cortes.

Trabalho (Deschamps et al., 2004) realizado com novilhos Nelore alimentados com 48% de concentrado verificou o perfil de ácidos graxos do contra-filé. Os valores de ácido palmítico, esteárico, oleico e linoleico foram 27,8%, 18,4%, 43% e 2,2%, respectivamente, e muito semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Em novilhas Charolês, alimentadas com dieta à base de silagem de polpa de beterraba, abatidas com idade de 18 a 20 meses e peso de carcaça quente de 303 a 356 kg, avaliou-se o perfil de AG dos cortes contra-filé e lagarto. Os valores de palmítico foram mais elevados que os deste trabalho tanto para o contra-filé (28,1%) quanto para o lagarto (27,72%), mas os valores de esteárico foram próximos: 14,49% para o contra-filé e 13,89% para o lagarto. Os de oleico também foram semelhantes: 40,4% e 39,1% para contra-filé e lagarto, respectivamente. Os valores de linoleico foram 3,23% para o contra-filé e 4,01% para o lagarto, acima dos valores obtidos neste trabalho; e para o linolênico, as quantidades foram semelhantes: no contra-filé 0,31% e no lagarto 0,41% (Badiani et al., 2002).

Para o contra-filé de carneiros os valores de palmítico e oleico foram inferiores (19,47% e 38,21%, respectivamente), para esteárico e linoleico superiores (23,51% e 3,85%) (Rowe et al., 1999).

Para o coxão mole, os valores obtidos neste trabalho foram comparados com os citados por Yang et al. (2002) para novilhos cruzados Hereford confinados e alimentados com dietas à base de silagem de sorgo. Os valores de palmítico e oleico foram um pouco acima do citado pelos autores: 21,90% e 32,80%, respectivamente. Para o AG esteárico, linoleico e linolênico, os valores foram 12,50%, 7,55% e 0,67%, maiores do que os encontrados na carne dos novilhos Nelore.

No peito de frangos machos das linhagens Hubbard e Avian Farms, as porcentagens de palmítico e oleico são semelhantes às dos bovinos (28,1% e 48,7%), mas as de esteárico e linoleico são diferentes: 3,5% e 20,5%, respectivamente (Ferreira et al., 1999).

Tabela 17. Nível descritivo do teste F (valores de P) das somas e relações de ácidos graxos dos cortes cárneos de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal

Ácido graxo	Variáveis avaliadas						
	Tipo de milho	Gordura	Corte	Gordura * Milho	Corte * Milho	Corte * Gordura	Interação tripla ¹
Ômega 6 (ω 6)	0,136	< 0,01	< 0,01	0,428	0,492	0,188	0,315
Ômega 3 (ω 3)	0,203	0,227	< 0,01	0,789	0,721	0,767	0,284
Sat	0,956	0,266	< 0,01	0,049	0,484	0,782	0,112
Mono	0,811	0,247	< 0,01	0,025	0,584	0,784	0,184
Poli	0,044	0,262	< 0,01	0,262	0,135	0,600	0,167
ω 6 : ω 3	0,386	< 0,01	< 0,01	0,438	0,068	0,101	0,985
Poli : sat	0,096	0,420	< 0,01	0,597	0,197	0,769	0,022
Mono : sat	0,550	0,140	< 0,01	0,120	0,396	0,798	0,429
Insa : sat	0,666	0,165	< 0,01	0,141	0,405	0,793	0,353

Sat: ácidos graxos saturados; Mono: ácidos graxos monoinsaturados; Poli: ácidos graxos poliinsaturados; Insa: ácidos graxos insaturados.

Foi observado efeito do tipo de milho sobre a soma de poliinsaturados. A gordura influenciou os AG ômega (ω) 6 e relação entre ω -6 e ω -3. Houve diferença entre cortes para todas as somas e relações.

Quanto às interações, foi observada entre gordura e milho para a soma de saturados e monoinsaturados e interação tripla para a relação entre poliinsaturados e saturados. As diferenças entre as médias das interações serão comentadas após a exibição dos seus respectivos valores.

As médias das somas dos ácidos graxos e suas relações estão na Tabela 18.

Tabela 18. Soma dos totais de ácidos graxos (em porcentagem) e suas relações na carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares e cortes cárneos

Somat e relações	Tratamento alimentar								Corte cárneo							
	Tipo de milho				Gordura				Contra- filé	EP ¹	Coxão mole	EP ¹	Lagarto	EP ¹	Paleta	EP ¹
	Seco	EP ¹	Úmido	EP ¹	Sem	EP ¹	Com	EP ¹								
Ômega 6 (ω -6)	2,60	0,11	2,87	0,13	2,39	0,13	3,08	0,11	2,42 ^a	0,09	3,20 ^b	0,20	2,68 ^a	0,12	2,64 ^a	0,11
Ômega 3 (ω -3)	0,494	0,01	0,522	0,02	0,522	0,02	0,495	0,02	0,361 ^a	0,01	0,529 ^b	0,02	0,550 ^{bc}	0,02	0,592 ^c	0,02
Saturados	45,40	0,68	45,45	0,69	44,88	0,69	45,97	0,68	46,85 ^a	0,51	42,43 ^b	0,58	46,47 ^a	0,71	45,93 ^a	0,61
Monoinsaturados	51,41	0,70	51,17	0,72	51,88	0,72	50,70	0,70	50,38 ^a	0,51	53,82 ^b	0,60	50,32 ^a	0,73	50,65 ^a	0,61
Poliinsaturados	3,19	0,11	3,53	0,12	3,27	0,12	3,46	0,11	2,77 ^a	0,10	3,84 ^b	0,13	3,36 ^c	0,12	3,49 ^c	0,11
ω -6 : ω -3	5,31	0,26	5,66	0,30	4,66	0,29	6,32	0,27	6,52 ^a	0,24	6,05 ^a	0,33	4,84 ^b	0,38	4,55 ^b	0,20
Poli : sat	0,071	0,003	0,080	0,003	0,074	0,003	0,077	0,003	0,060 ^a	0,002	0,092 ^b	0,004	0,074 ^c	0,003	0,075 ^c	0,003
Mono : sat	1,15	0,03	1,12	0,03	1,17	0,03	1,10	0,03	1,07 ^a	0,03	1,27 ^b	0,03	1,09 ^a	0,03	1,10 ^a	0,03
Insa : sat	1,22	0,03	1,20	0,03	1,24	0,03	1,18	0,03	1,13 ^a	0,03	1,36 ^b	0,03	1,16 ^a	0,03	1,18 ^a	0,03

1: Erro padrão da média. Sat: ácidos graxos saturados; Mono: ácidos graxos monoinsaturados; Poli: ácidos graxos poliinsaturados; Insa: ácidos graxos insaturados. Nos cortes, médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey $P < 0,05$.

A soma de AG ω -6 foi maior na carne dos animais alimentados com gordura e no coxão mole. A soma de ω -3 foi maior na paleta e no lagarto. Para a soma de saturados, os maiores valores obtidos foram nos cortes: contra-filé, lagarto e paleta. O total de monoinsaturados foi maior no coxão mole assim como de poliinsaturados. Os poliinsaturados também foram maiores para os animais alimentados com milho úmido. A relação entre ω -6 e ω -3 foi maior na carne dos animais alimentados com dietas contendo a gordura protegida, nos cortes contra-filé e coxão mole. O coxão mole apresentou as maiores relações entre monoinsaturados:saturados e insaturados:saturados.

Para a gordura intramuscular da carne bovina, Duckett (2002) citou a composição de AG com cerca de 44% de saturados, 5% de cadeia ímpar, 45% de monoinsaturados e 5% de poliinsaturados (Duckett, 2002), valores próximos aos encontrados neste trabalho.

Mas Deschamps et al. (2004) detectaram no contra-filé de novilhos Nelore maior quantidade de AG saturados (49,9%) e menor quantidade de AG insaturados (50,1%).

Rusman et al. (2003) encontraram valores superiores de AG insaturados (57,12% em relação a 53,15% neste trabalho) e menor de saturados (42,88% em relação a 46,85%).

Para novilhas Charolês, as somas de saturados para o contra-filé (46,7%) e lagarto (45,8%) foram semelhantes a este trabalho. Mas, as somas de AG monoinsaturados e poliinsaturados foram diferentes: 45,2% e 44,3%, 5,55% e 7,12%, respectivamente para contra-filé e lagarto. Com isso, as relações entre os AG são também diferentes: relação poliinsaturados:saturados - 0,12 e 0,16; monoinsaturados:saturados - 0,97 e 0,97; ω -6: ω -3 - 8,62 e 7,96, respectivamente (Badiani et al. 2002).

De Smet et al. (2004) citaram que a proporção de AG poliinsaturados sobre saturados diminui à medida que aumenta a porcentagem de gordura intramuscular até um ponto de estabilização: em raças gordas a proporção pode baixar até 0,05 e em raças magras pode aumentar até valores maiores que 0,5 (como animais de musculatura dupla).

Neste trabalho os valores de EE na carne (gordura intramuscular) foram maiores para a paleta (5,77%), seguida pelo lagarto (4,96%) e sem diferença para contra-filé e coxão mole (3,46% e 3,67%, respectivamente). E a relação entre AG poliinsaturados e saturados foi maior para o coxão mole e menor para o contra-filé. Provavelmente, a influência da gordura intramuscular sobre a relação de AG ocorra em carnes com maior quantidade de gordura.

De acordo com Wood & Enser (1997), a relação entre os AG poliinsaturados e saturados para a carne de bovinos e ovinos está entre 0,11 e 0,15; valores acima dos encontrados neste trabalho. Vale lembrar que os valores da relação poliinsaturados e saturados para humanos na dieta deve ser acima de 0,4 (Departamento de Saúde do Reino Unido, apud Wood et al. 2003).

Laborde et al. (2001) avaliaram o perfil de AG de novilhos alimentados com 82% de concentrado (75% milho em grão úmido). As somas de saturados foram 44,13% e 46,22%, de monoinsaturados 48,53% e 46,11%, de poliinsaturados 5,51% e 6,20% para animais das raças Simental e Red Angus, respectivamente. Para as relações, os valores citados pelos autores para as raças Simental e Red Angus, são:

0,13 e 0,13 para poliinsaturados:saturados; 4,42 e 3,54 para ω -6: ω -3, ambas relações maiores do que as encontradas neste trabalho com Nelore castrados.

Em carneiros, segundo Rowe et al. (1999), a soma de saturados foi 46,85%, monoinsaturados foi 40,68%, poliinsaturados foi 4,74% e a relação entre poliinsaturados e saturados foi 0,10%. Nos carneiros, apesar da quantidade de saturados ter sido mais elevada e de monoinsaturados menor, a de poliinsaturados foi maior do que nos bovinos, deixando a relação poliinsaturados:saturados maior.

Yang et al. (2002) citam 42,90% de saturados, 41,60% de moninsaturados e 12,90% de poliinsaturados no coxão mole de cruzados Hereford. Os valores de monoinsaturados estão abaixo e os de poliinsaturados acima dos encontrados neste trabalho.

Os valores para as relações entre os AG ω -6 e ω -3 encontrados na carne dos novilhos Nelore deste experimento estão dentro das indicadas por Pompéia (2002), que varia de 4:1 a 14:1 numa dieta ideal.

Tabela 19. Nível descritivo do teste F (valores de P) dos ácidos graxos identificados apenas no contra-filé de novilhos Nelore alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal

Ácido graxo		Variáveis avaliadas		
Fórmula	Nome	Tipo de milho	Gordura	Gordura* Milho
C 4:0	Mirístico	0,778	0,288	0,267
C 12:1	Dodecenóico	0,965	0,144	0,818
C 18:1 t6 e t8 ^a	trans-6 e trans-8 octadecenóico	0,126	0,004	0,224
C 18:1 t9	Elaidico	0,858	0,015	0,749
C 18:1 t10	trans-10 octadecenóico	0,217	< 0,01	0,942
C 18:1 t12	trans-12 octadecenóico	0,342	< 0,01	0,592
C 18:1 c13	cis-13 octadecenóico	0,137	0,040	0,546
C 18:1 c15	cis-15 octadecenóico	0,409	0,259	0,955
C 20:0	Araquídico	0,494	0,508	0,657
C 20:1	Eicosenóico	0,224	0,202	0,905
C 20:3	Eicosatrienóico	0,913	0,239	0,795
C 21:0	-	0,373	0,418	0,245
C 22:0	Behênico	0,540	0,003	0,639
C 22:2	Docosadienóico	0,848	0,898	0,100
C 24:0	Lignocérico	0,372	0,024	0,582
C 24:1	Selacoleico ou nervônico	0,820	0,062	0,444

a: C18:1 t6 e C18:1 t8, encontrados no mesmo pico. Os ácidos graxos estão representados da seguinte maneira: o primeiro número indica o número de carbonos, o segundo representa o número de duplas ligações e o terceiro a posição das duplas ligações.

Foi verificado efeito de gordura sobre os AG trans-6 octadecenóico e trans-8 octadecenóico, elaidico, trans-10 octadecenóico, trans-12 octadecenóico, cis-13 octadecenóico, trans-16 octadecenóico, cis-9 trans-11 octadecadienóico, behênico e lignocérico.

As médias dos AG que apareceram apenas no contra-filé, de acordo com os tratamentos alimentares estão na Tabela 20.

Tabela 20. Porcentagem de ácido graxo no contra-filé de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função dos tratamentos alimentares

Ácido graxo	Tipo de milho				Gordura			
	Seco	EP ¹	Úmido	EP ¹	Sem	EP ¹	Com	EP ¹
C 4:0	0,009	0,01	0,012	0,01	0,016	0,02	0,005	0,01
C 8:0	0,036	0,04	0,014	0,01	0,008	0,01	0,042	0,04
C 12:1	0,012	0,01	0,013	0,01	0,005	0,01	0,021	0,02
C 18:1 t6 e t8 *	0,160	0,16	0,288	0,29	0,096	0,10	0,351	0,35
C 18:1 t9	0,178	0,18	0,184	0,18	0,140	0,14	0,222	0,22
C 18:1 t10	0,681	0,68	0,890	0,89	0,319	0,32	1,251	1,25
C 18:1 t12	0,197	0,20	0,234	0,23	0,100	0,10	0,331	0,33
C 18:1 c13	0,422	0,42	0,342	0,34	0,438	0,44	0,326	0,33
C 18:1 c15	0,033	0,03	0,025	0,03	0,024	0,02	0,034	0,03
C 20:0	0,061	0,06	0,053	0,05	0,053	0,05	0,061	0,06
C 20:1	0,152	0,15	0,127	0,13	0,153	0,15	0,126	0,13
C 20:3	0,005	0,01	0,005	0,01	0,003	0,003	0,006	0,01
C 21:0	0,009	0,01	0,018	0,02	0,018	0,02	0,010	0,01
C 22:0	0,027	0,03	0,031	0,03	0,019	0,02	0,040	0,04
C 22:2	0,020	0,02	0,019	0,02	0,020	0,02	0,019	0,02
C 24:0	0,050	0,05	0,067	0,07	0,081	0,08	0,037	0,04
C 24:1	0,007	0,01	0,008	0,01	0,010	0,01	0,005	0,01

1: Erro padrão da média. * C18:1 t6 e C18:1 t8, encontrados no mesmo pico. Os ácidos graxos estão representados da seguinte maneira: o primeiro número indica o número de carbonos, o segundo representa o número de duplas ligações e o terceiro a posição das duplas ligações.

A inclusão de gordura protegida da degradação ruminal na dieta elevou os níveis dos AG trans-6 ou trans-8 octadecenóico, elaídico, trans-10 octadecenóico, trans-12 octadecenóico e behênico. Porém, reduziu as quantidades dos ácidos cis-13 octadecenóico e lignocérico.

A partir destes resultados é possível notar que a utilização da gordura protegida na dieta, que tinha grande quantidade de ácido oleico, elevou as quantidades dos isômeros do C 18:1 no contra-filé de novilhos Nelore. Com isso, pode-se dizer que a proteção contra a biohidrogenação ruminal foi eficiente e, conseqüentemente, aumentou a quantidade de insaturados no trato digestivo pós-rúmen, resultando em maior quantidade destes AG também na carne.

*** Médias dos ácidos graxos e relações que apresentaram interação entre os fatores:**

Ocorreu interação entre gordura e milho para os AG palmitoleico, soma de saturados e monoinsaturados. As médias obtidas estão na Tabela 21.

Tabela 21. Porcentagem de ácido graxo na carne de novilhos Nelore, alimentados com dietas com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores tipo de milho e gordura na dieta

Ácido graxo	Dietas							
	SSG ¹	EP ²	USG ³	EP ²	SCG ⁴	EP ²	UCG ⁵	EP ²
C 16:1 c9	4,46 ^a	0,25	3,80 ^{ab}	0,27	3,31 ^b	0,24	3,73 ^{ab}	0,25
Saturados	43,87 ^a	0,98	45,89 ^{ab}	0,97	46,92 ^b	0,93	45,01 ^{ab}	0,98
Monoinsaturados	53,18 ^a	1,02	50,58 ^{ab}	1,01	49,64 ^b	0,97	51,76 ^{ab}	1,02

1. Milho seco sem gordura; 2. Milho úmido sem gordura; 3. Milho seco com gordura; 4. Milho úmido com gordura. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey $P < 0,05$.

As maiores porcentagens de palmitoleico apareceram na carne dos animais alimentados com milho seco sem gordura, úmido sem gordura e milho úmido com gordura. Para a soma de saturados a maior quantidade foi encontrada na carne dos animais alimentados com milho seco com gordura, que conseqüentemente, apresentou a menor porcentagem de monoinsaturados.

A interação entre os fatores alimentares sobre a porcentagem de alguns ácidos graxos indica que não apenas a gordura protegida, mas também a combinação de ingredientes, como tipo de milho e a gordura, pode alterar o perfil de ácidos graxos na carne.

Na Tabela 22 estão as médias dos ácidos graxos que apresentaram interação entre o corte cárneo e o tipo de milho.

Tabela 22. Porcentagem do ácido graxo C18:2 t11 c15 na carne de novilhos Nelore, alimentados com dieta com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores tipo de milho e corte cárneo

Interações	Média	EP ¹
Contra -filé		
Milho seco	0,039 ^{ade}	0,04
Milho úmido	0,033 ^d	0,03
Coxão mole		
Milho seco	0,053 ^{acd}	0,05
Milho úmido	0,078 ^{be}	0,08
Lagarto		
Milho seco	0,078 ^{ab}	0,01
Milho úmido	0,100 ^b	0,01
Paleta		
Milho seco	0,091 ^b	0,01
Milho úmido	0,108 ^b	0,01

1: Erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey $P < 0,05$.

O AG trans-11 cis-15 octadecadienóico estava em maior quantidade na paleta dos animais alimentados com milho úmido (MU) e milho seco (MS), lagarto com MU e MS e coxão mole com MU.

Os ácidos graxos que apresentaram interação entre o corte cárneo e a gordura na dieta foram palmítico, cis-12 octadecenóico, trans-16 octadecenóico, trans-11 cis-15 octadecadienóico e as respectivas médias estão na Tabela 23. Como o AG trans-16 octadecenóico apresentou interação tripla, não foi considerada a interação corte cárneo e gordura na dieta.

Tabela 23. Porcentagem de ácido graxo na carne de novilhos Nelore, alimentados com dieta com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores gordura na dieta e corte cárneo

Interação	Ácido graxo					
	C 16:0		C 18:1 c12		C 18:2 t11 c15	
	Média	EP ¹	Média	EP ¹	Média	EP ¹
Contra –filé						
Sem gordura	26,86 ^{adf}	0,38	0,116 ^a	0,04	0,034 ^a	0,01
Com gordura	26,29 ^{ac}	0,37	0,429 ^b	0,04	0,038 ^{ac}	0,01
Coxão mole						
Sem gordura	25,31 ^{bce}	0,52	0,035 ^a	0,10	0,086 ^b	0,01
Com gordura	25,46 ^{abe}	0,46	0,655 ^c	0,08	0,045 ^{ac}	0,01
Lagarto						
Sem gordura	26,90 ^{adf}	0,45	0,062 ^a	0,06	0,083 ^{bc}	0,01
Com gordura	26,33 ^{cd}	0,43	0,616 ^{bc}	0,06	0,095 ^b	0,01
Paleta						
Sem gordura	24,79 ^{bce}	0,42	0,042 ^a	0,06	0,094 ^b	0,01
Com gordura	25,30 ^{efg}	0,42	0,436 ^{bc}	0,06	0,105 ^b	0,01

1: Erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey P<0,05.

A maior quantidade de ácido palmítico foi encontrada no lagarto dos animais alimentados com ração sem gordura protegida da degradação ruminal (SG) e com a gordura protegida (CG), no contra-filé SG e CG e na paleta CG. O cis-12 octadecenóico apareceu em maior porcentagem no coxão mole CG, lagarto CG e paleta CG. A maior quantidade de trans-11 cis-15 octadecadienóico estava na paleta e lagarto (CG e SG) e no coxão mole SG.

Ocorreu interação tripla entre tipo de milho, gordura e corte cárneo para o mirístico, trans-16 octadecenóico, linolênico e para a relação entre poliinsaturados e saturados. As médias estão na Tabela 24.

Tabela 24. Porcentagem de ácido graxo e relação entre poliinsaturados e saturados na carne de novilhos Nelore, alimentados com dieta com grão de milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal, em função da interação entre os fatores tipo de milho, gordura na dieta e corte cárneo

Interações	Ácido graxo							
	C 14:0		C 18:1 t16		C 18:3 c9 c12 c15		Poli : sat	
	Média	EP ¹	Média	EP ¹	Média	EP ¹	Média	EP ¹
Contra –filé								
SSG ²	3,24 ^{ab}	0,49	0,080 ^a	0,03	0,282 ^a	0,01	0,050 ^a	0,004
USG ³	3,60 ^{ab}	0,28	0,082 ^a	0,03	0,349 ^{ab}	0,02	0,071 ^{bcd}	0,004
SCG ⁴	4,21 ^{ab}	0,40	0,134 ^a	0,02	0,293 ^a	0,01	0,060 ^{abd}	0,003
UCG ⁵	5,22 ^b	0,54	0,147 ^a	0,03	0,274 ^a	0,02	0,060 ^{ab}	0,01
Coxão mole								
SSG ²	3,18 ^a	0,16	0,916 ^b	0,07	0,481 ^c	0,03	0,086 ^{bcd}	0,01
USG ³	2,98 ^a	0,23	0,595 ^{bcd}	0,10	0,466 ^{bc}	0,04	0,090 ^{bcd}	0,01
SCG ⁴	3,11 ^a	0,15	0,700 ^{bc}	0,07	0,448 ^{bc}	0,02	0,101 ^{cd}	0,01
UCG ⁵	3,33 ^{ab}	0,17	0,644 ^{bcd}	0,06	0,471 ^c	0,03	0,092 ^{ce}	0,01
Lagarto								
SSG ²	3,07 ^{ab}	0,28	0,646 ^{bcd}	0,06	0,476 ^c	0,02	0,067 ^{abe}	0,01
USG ³	3,53 ^{ab}	0,23	0,493 ^{cd}	0,07	0,484 ^c	0,03	0,078 ^{bde}	0,01
SCG ⁴	3,76 ^{ab}	0,27	0,466 ^{cd}	0,06	0,433 ^{bc}	0,02	0,066 ^{abe}	0,01
UCG ⁵	2,99 ^a	0,23	0,438 ^{cd}	0,06	0,476 ^c	0,03	0,086 ^{de}	0,01
Paleta								
SSG ²	3,20 ^{ab}	0,45	0,648 ^{bcd}	0,05	0,516 ^c	0,02	0,072 ^{bde}	0,01
USG ³	3,50 ^{ab}	0,49	0,452 ^{cd}	0,06	0,528 ^c	0,03	0,076 ^{bde}	0,01
SCG ⁴	3,80 ^{ab}	0,44	0,385 ^d	0,05	0,461 ^c	0,02	0,071 ^{abe}	0,01
UCG ⁵	3,20 ^{ab}	0,49	0,538 ^{cd}	0,06	0,510 ^c	0,03	0,082 ^{de}	0,01

1: Erro padrão da média; 2: Milho seco sem gordura; 3: Milho úmido sem gordura; 4: Milho seco com gordura; 5: Milho úmido com gordura. Poli: ácidos graxos poliinsaturados; Sat: ácidos graxos saturados. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey P<0,05.

O ácido mirístico foi obtido em maior quantidade no contra-filé e paleta de todos os animais avaliados, no lagarto dos animais alimentados com milho seco sem gordura (SSG), milho úmido sem gordura (USG) e com milho seco com gordura (SCG), e no coxão mole dos animais alimentados com milho úmido com gordura (UCG). Segundo Penny & Shaomei (1997), o ácido mirístico é o mais potente ácido graxo saturado, ou seja, hipercolesterolêmico.

O trans-16 octadecenóico foi encontrado em maior porcentagem no coxão mole de todos os animais, lagarto com SSG e paleta SSG. O linolênico, por sua vez, estava em menor quantidade apenas no contra-filé. E a relação entre poliinsaturados e saturados foi maior no coxão mole, contra-filé dos animais alimentados com USG e SCG, lagarto dos alimentados com USG e UCG, e paleta dos alimentados com SSG, USG e UCG.

A porcentagem de alguns ácidos graxos da carne de novilhos Nelore alimentados com 60% de concentrado foi alterada pelos ingredientes da dieta: tipo de milho ou inclusão de gordura. A maior diferença no perfil foi observada entre os cortes cárneos avaliados: contra-filé, coxão mole, lagarto e paleta.

5.3.3. Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial estão na Tabela 25.

Tabela 25. Análise sensorial do contra-filé de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho seco ou úmido com ou sem gordura protegida da degradação ruminal

Item	Dietas						Análise estatística (valor de P)			
	Tipo de milho			Gordura			Prov ²	Tipo de Milho	Gord ³	MXG ⁴
	Seco	Úmido	EP ¹	Sem	Com	EP ¹				
Maciez	4,48	3,86	0,18	4,11	4,22	0,18	<0,01	0,01	0,66	0,93
Suculência	4,65	4,01	0,14	4,36	4,30	0,14	<0,01	<0,01	0,79	0,42
Sabor	4,73	4,19	0,11	4,44	4,48	0,11	<0,01	<0,01	0,77	0,96
Avaliação global	4,65	3,98	0,14	4,34	4,29	0,14	<0,01	<0,01	0,81	0,65

1. Erro padrão da média; 2. Nível descritivo do teste F para Proveedor; 3. Nível descritivo do teste F para Gordura

4. Nível descritivo do teste F para a interação Milho e Gordura.

Houve diferença para provedores, comum de ocorrer quando são consumidores, ou seja, provedores não treinados.

O tipo de milho afetou todos os parâmetros sensoriais avaliados, e os melhores resultados foram obtidos para os tratamentos contendo o milho seco. Segundo Wood et al. (2003) as características organolépticas da carne podem ser modificadas por alterações no conteúdo e composição da gordura da carne, que podem ser influenciadas pela alimentação que o animal recebe.

Para a porcentagem de extrato etéreo, não houve diferença entre os tipos de milho, portanto não foi a quantidade de gordura que pode ter interferido na preferência dos consumidores pela carne dos animais alimentados com o milho seco.

Quanto à composição da gordura, ou seja, o perfil de AG pode alterar a firmeza do tecido gorduroso, o tempo de prateleira, o sabor e aroma da carne (Wood et al., 2003). Maior quantidade de AG saturados (possuem maior ponto de fusão do que os insaturados) podem reduzir a maciez e suculência da carne (Enser, 1984).

Na análise do perfil de AG foi observada diferença entre os tipos de milho apenas para o total de AG poliinsaturados, com os maiores valores para os tratamentos com milho úmido, o que poderia beneficiar este grupo quanto à maciez, resultados diferentes dos obtidos na análise sensorial.

Ainda quanto ao perfil de AG, os AG saturados resistem à oxidação em baixas temperaturas diferentemente dos AG poliinsaturados (que podem sofrer auto-oxidação) e também são degradados em altas temperaturas, alterando

negativamente o sabor pela formação de hidroperóxidos (Geay et al., 2001). Isso poderia ter contribuído positivamente para os tratamentos com milho seco.

De maneira geral, todas as notas da análise sensorial foram muito baixas.

6. CONCLUSÕES

O grão de milho úmido e a gordura protegida da degradação ruminal podem ser utilizados na formulação de rações para bovinos destinados para o corte, nas mesmas quantidades utilizadas neste experimento, sem que a digestibilidade da dieta seja alterada.

A partir da análise da composição corporal e da estimativa das exigências de energia e proteína para o ganho de peso de novilhos Nelore, alimentados com 60% de concentrado, foi possível observar que não houve diferença entre os tratamentos com milho seco ou úmido contendo ou não gordura protegida da degradação ruminal.

As dietas fornecidas para os novilhos Nelore alteraram a composição centesimal da carne e o perfil de ácidos graxos, assim como foram observadas grandes diferenças entre os cortes comerciais avaliados.

7. IMPLICAÇÕES

A inclusão de milho grão úmido nas dietas de bovinos de corte é uma alternativa para o aumento do teor energético do alimento ingerido. Embora neste trabalho os tratamentos com o milho úmido não tenham melhorado a digestibilidade total da dieta, o ingrediente promoveu melhora da eficiência alimentar dos animais confinados. Além disso, apresenta vantagens do ponto de vista agrônomo e de conservação.

A gordura protegida da degradação ruminal tem como finalidade fornecer maior quantidade de energia na mesma porção de alimento. Esta energia excedente foi acumulada como gordura intramuscular, sem alterar o desempenho dos animais.

A composição da carne depende da dieta do animal e do corte. Assim, é importante o estudo e elaboração de uma tabela nacional referente à composição centesimal da carne de bovinos, englobando os vários tipos de dietas e cortes comerciais. Esta tabela é fundamental para consumidores, nutricionistas e indústrias de processamento.

O perfil de ácidos graxos da carne pode ser alterado pela alimentação, o que permite a manipulação pelos nutricionistas de animais. As diferenças existentes entre os cortes também devem ser estudadas, buscando-se alimentos mais saudáveis do ponto de vista da nutrição humana, com menor proporção de ácidos graxos saturados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO DBO 2004** n° 280. São Paulo, 122 p., 2004.
- ANUÁRIO DBO 2005** n° 292, São Paulo, 106 p., 2005.
- AFERRI, G. **Desempenho e características da carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de gordura**. Pirassununga – SP, 2003. 49 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2003
- 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. - **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 26, n. 2, p. 382-390, 1997.
- ANDRAE, J. G.; DUCKETT, S. K.; HUNT, C. W.; PRITCHARD, G. T.; OWENS, F. N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal Animal Science**, v.79, p.582-588, 2001.
- ANUALPEC 2004 Anuário da pecuária brasileira**. Coord. by Nehmi, I. M. D. ; Nehmi Filho, V. A.; Ferraz, J. V. FNP Consultoria & Comércio. Ed. Argos, São Paulo, SP, p. (5, 63, 65-67, 74-77, 84, 85, 87, 89), 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15 ed. Arlingtn: AOAC, 1298 p., 1990.
- 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 Science**, v. 60, p. 169-186, 2002.
- BARBER, K. A.; WILSON, L. L.; ZIEGLER, J. H. et al. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight II. Empty body composition, energetic efficiency and comparison of compositionally similar body weights. **Journal Animal Science**, Albany, NY, v. 53, n. 4, p. 898-906, oct., 1981.
- BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; et al. Biosynthesis of conjugated linoleico acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, 1999.
- BERNDT, A. ; HENRIQUE, W. ; LANNA, D. P. D. ; et al. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado. 2. Composição corporal e taxas de deposição de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2105-2112, 2002.
- BOCK, B. J.; HARMON, D. L.; BRANDT Jr., R. T.; et al. Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion, and metabolism. **Journal Animal Science**, v. 69, p. 2211-2224, 1991.
- 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**, 1994, Maringá, Anais... Maringá, p. 473, 1994.

- BRANDT JR, R. T.; ANDERSON, S. J. Use of supplemental fat to optimize net energy intake by feedlot cattle. In: **Proceedings Intake by Feedlot Cattle**. 942 p. Oklahoma State University, Stillwater. p. 303-311, 1995.
- BRODERICK, A. G.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 11, p.2964-2971, 1997.
- BRUCE, A. Opening lecture. In: **45th Annual Meeting of the European Association for Animal Production**, Scotland, 1994.
- BUTTERFIELD, R. M.; MAY, N. D. S. **Muscles of the ox**. University of Queensland Press. Queensland, Australia, 1966.
- CATTON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal Animal Science**, v. 75, p. 533-542, 1997.
- CHILLIARD, Y.; CHARDIGNY, J. M.; CHABROT, J. et al. Effects of ruminal or postruminal fish oil supply on conjugated linoleic acid (CLA) content of cow milk. **Proceedings Nutrition Society**, A 58, p. 70, 1999.
- CHIN, S. F.; STORKSON, J. M.; LIU, W.; et al. Conjugated linoleic acid (9,11-and 10,12-octadecadienoic acid) is produced in conventional but not germ-free rats fed linoleic acid. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 694-701, 1994.
- CHIN, S. F.; LIU, W.; STORKSON, J. M.; et al. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 5, p. 185-197, 1992.
- CHOUINARD, P. Y.; CORNEAU, L.; SAEBO, A.; et al. Milk yield and composition during abomasal infusion of conjugated linoleic acids in dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 82, p. 2737-2745, 1999.
- CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids e cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v. 23, p. 1072, 1982.
- CLARY, E. M.; BRANDT JR, R. T.; HARMON, D. L.; NAGARAJA, T. G. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: Feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal Animal Science**, v. 71, p.3115-3123, 1993.
- COELHO da SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba, Livrocere, 380p. 1979.
- COOK, M. E.; JEROME, D. L.; BUEGE, D. R.; et al. Conjugated linoleic acid (CLA) reduces backfat thickness, increases percent lean and improves feed efficiency in pigs. In: **Annual Meeting of Food Research Institute**, 1997.
- COOK, M. E.; MILLER, C. C.; PARK, Y.; et al. Immune modulation by altered nutrient metabolism: Nutritional control of immune-induced growth depression. **Poultry Science**, v. 72, p. 1301-1305, 1993.
- COOPER, R. J.; MILTON, C. T.; KLOPFENSTEIN, T. J.; et al. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. **Journal Animal Science**, n. 80, p. 797-804, 2002.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings Nutrition Society**, v. 58, p. 593-607, 1999.

- DESCHAMPS, F. C.; FIAMONCINI, J.; KOZLOSKI, G. V.; et al. Avaliação do perfil dos ácidos graxos de cadeia longa na carcaça de novilhos com diferentes graus de sangue Charolês:Nelore. In: **41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais...**Campo Grande, Julho 2004 / (CD-Rom).
- DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, p. 81-98, 2004.
- DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. 2. Digestibility studies. **Animal Production**, v. 19, p. 67-76, 1974.
- DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science Technology**, v. 45, p. 379-396, 1994.
- DOVE, H. The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal. In: HODGSON, J.; ILLUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems** (eds.) CAB Internacional, p. 219-246, 1996.
- DRANSFIELD, E.; CASEY, J. C.; BOCCARD, R.; et al. Comparison of chemical composition of meat determined at eight laboratories. **Meat Science**, v. 8, p. 79-92, 1983.
- DUKES, H. H **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. eds. SWENSON, M. J.; REECE, W. 11 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 856p. 1996.
- DUCKETT, S. K. Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition. (on line) Disponível na Internet via www.certifiedAngusbeef.com/cabprogram/sd/articles/duckett.html. 4/03/2002.
- ELIZALDE, J. C.; MERCHEN, N. R.; FAULKNER, D. B. Fractionation of fiber and crude protein in fresh forages during the spring growth. **Journal Animal Science** v.77, p. 476-484, 1999.
- ENSER, M.; SCOLLAN, N. D.; CHOI, N. J.; et al. Effect of dietary lipid on the content of conjugated linoleic acid in beef muscle. **Journal of Animal Science**, n. 69, p. 143-146, 1999.
- ENSER, M. The chemistry, biochemistry and nutritional importance of animal fats. In: WISEMAN, J. (Ed.) **Fats in animal nutrition**. London, p. 23-51, 1984.
- FAHEY JR., G. C.; BERGER, L. L. **Carbohydrate nutrition of ruminants**. In: CHURCH, D. C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, p. 269-297, 1988.
- FARMER, L. J.; MOTTRAM, D. S.; WHITFIELD, F. B. Volatile compounds produced in Maillard reactions involving cysteine, ribose and phospholipids. **Journal of Science Food Agricultural**, n. 49, p. 347-368, 1989.
- FERNANDEZ, X.; MONIN, G.; TALMANT, A.; et al. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat – 1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of *m. longissimus lumborum*. **Meat Science**, v. 53, p. 59-65, 1999.
- FERREIRA, J. M.; BRAGA, M. S.; SOUZA, R. V.; et al. Composição em ácidos graxos da gordura na carcaça de frangos de corte sob dietas com diferentes fontes de energia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 2, p. 201-206, 1999.

- FERREIRA, M. de A., VALADARES FILHO, S. de C.; COELHO da SILVA, J. F.; et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental X Nelore – **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 352-360, 1998.
- FERREL, C. L.; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 637-646, 1998.
- FERREL, C. L. Contribution of visceral organs to animal energy expenditure. **Journal Animal Science**, v. 66 (Suppl. 3), p. 23-34, 1988.
- FIGROID, W. C. **The effect of energy intake level on digestibility of high energy rations by cattle**. Ph. D. Dissertation. University of Arizona, Tucson, 1971.
- FONTES, C. A. A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: **Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes**, 1995, Viçosa, Anais... Viçosa, UFV, 1995, p. 419-455, 1995.
- FOOD TECHNOLOGY**. Fats, oils, and fat substitutes. Chicago, n. 7, p. 66-74, julho, 1989.
- FOX, D. G.; BLACK, J. R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal Animal Science**, v. 58, p.725, 1984.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9 ed. Ed. Atheneu, 307 p., 2001.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 2849-2855, 2000.
- FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. **Journal Animal Science**, v. 37, n.4, p. 1048-1061, 1973.
- FULTON, W. R.; KLOPFENSTEIN, T. J.; BRITTON, R. A. Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. I. Adaptation to corn and wheat diets. **Journal Animal Science**, v. 49, p. 775-784, 1979.
- GALATI, R. L.; EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. C.; et al. Predição da composição química corporal a partir do corte das 9-10-11^a costelas de novilhos Nelore. In: **41^a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Campo Grande, Anais..., Campo Grande, MS, 2004. CD-ROM, Nutrição de Ruminantes.
- GALBRAITH, H.; MILLER, T. B.; PATON, A. M.; THOMPSON, J. K. Antibacterial activity of long chain fatty acids and reversal with calcium, magnesium, ergocalciferol and cholesterol. **Journal Applied Bacterial**, v. 34, p. 803, 1971.
- GALYEAN, M. L.; WAGNER, D. G.; OWENS, F. N. Dry matter and starch disappearance of corn and sorghum as influenced by particle size and processing. **Journal Dairy Science**, v. 64, p. 1804, 1981.
- GANDEMER, G. Lipids and meat quality: lipolysis, oxidation, Maillard reaction and flavour. **Science Aliments**, v. 19, p. 439-458, 1999.

- GANDEMER, G. Lipids and meat quality. Lypolysis oxidation and flavour. In: **Proceedings 44th ICoMST**, Barcelona, p. 106-119, 1998.
- GARRET, W. N.; MEYER, J. H.; LOFGREEN, J. P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal Animal Science**, v. 18, n. 2, p. 528-547, 1959.
- GARTON, G. A. The digestion and absorption of lipids in ruminant animals. **World Review Nutrition Diet**, n. 7, p. 225, 1967
- GASSMAN, K; PARRISH Jr, F. C.; BEITZ, D. C.; et al. Effects of feeding calcium salts of conjugated linoleic acid (CLA) to finishing steers. **Beef Research Report** – Iowa State University, A.S. Leaflet R1763. p. 125-130, 2001.
- GEAY, Y.; BAUCHARTE, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v. 41, p. 1-26, 2001.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal Animal Science**, v. 58, n. 3, p. 766-778, 1984.
- GONÇALVES, L. C.; COELHO da SILVA, J. F.; CASTRO, A. C. G. et al. Exigências de proteína para novilhos de cinco grupos genéticos. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 5, p. 430-437, set/out., 1991.
- GRANT, A. L.; HELFERICH, W. G. An overview of growth. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed). **Growth regulation in farm animals**. London: Elsevier Applied Science. p. 1-15, 1991.
- GRAZIOLA, F.; SOLIS, V. S.; CURI, R. Estrutura química e classificação dos ácidos graxos. In: CURI, R.; et al. **Entendendo a gordura**. Barueri: Ed. Manole, 580 p., Capítulo 2, 2002.
- HA, Y. L.; GRIMM, N. K.; PARIZA, M. W. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: identification and quantification in natural and processed cheeses. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 37, p. 75-81, 1989.
- HAALAND, G. L.; MATSUSHIMA, J. K.; JOHNSON, D. E.; WARD, G. M. Effect of replacement of corn by protected tallow in a cattle finishing diet on animal performance and composition. **Journal Animal Science**, v. 52, p. 696, 1981.
- HAMMOND, A. C.; KUNKLE, W. E.; BATES, D. B.; SOLLENBERGER, L. Use of blood urea nitrogen concentration to predict response to protein or energy supplementation in grazing cattle. In: **Proceedings of XVII International Grassland Congress**, New Zealand Grassland Association, p. 189, 1993.
- 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.
- HENDERSON, C. The effects of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. **Journal Agricultural Science** (Cambridge) v. 81, p. 107, 1973.
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R.; et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e

- física das 9-10-11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 709-718, 2003.
- HIGHTSHOE, R. B.; COCHRAN, R. C.; CORAH, L. R.; HARMON, D. L.; VANZANT, E. S. Influence of source and level of ruminal-escape lipid in supplements on forage intake, digestibility, digesta flow, and fermentation characteristics in beef cattle. **Journal Animal Science**, v. 69, p.4974-4982, 1991.
- HILL, G. M.; WEST, J. W. Rumen protected fat in kline barley or corn diets for beef cattle: digestibility, physiological, and feedlot responses. **Journal Animal Science**, n. 69, p. 3376-3388, 1991.
- HIRATA, M. H.; HIRATA, R. D. C. Transporte de ácidos graxos no plasma. In: CURI, R.; et al. **Entendendo a gordura**. Barueri: Ed. Manole, 580 p., Capítulo 7, 2002.
- HOCQUETTE, J. F.; BAUCHART, D. Intestinal absorption, blood transport, and hepatic and muscle metabolism of fatty acids in preruminant and ruminant animals. **Reproduction Nutrition Development**, v. 39, p. 27-48, 1999.
- HORNSTRA, G. importance of polyunsaturated fatty acids of the n-6 and n-3 families for early human development. **European Journal Lipid Science Technology**, v. 103, p. 379-389, 2001.
- HUERTA-LEIDENZ, N. O.; CROSS, H. R.; SAVELL, J. W.; et al. Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. **Journal Animal Science**, v. 74, p. 1256-1264, 1996.
- HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. Academic Press, New York, 1966.
- HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal Animal Science**, v. 75, p. 852-867, 1997.
- JENKINS, T. C.; JENNY, B. F. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 72, p. 2316-2324, 1989.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **Journal Dairy Science**, v. 67, p.971, 1984.
- JIANG, J.; BJOERCK, L.; FONDEN, R.; et al. Occurrence of conjugated cis-9, trans-11 octadecdienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. **Journal Dairy Science**, v. 79, p. 438-445, 1996.
- JOHNSON, R. R. McLURE, K. E. High fat rations for ruminants. II. Effects of fat added to corn plant material prior to ensiling on digestibility and voluntary intake of the silage. **Journal Animal Science**, v.36, p.397, 1973.
- JONES, S. D. M.; ROMPALA, R.E.; JEREMIAH, L. E. Growth and composition of the empty body in steers of different maturity types fed concentrate or forage diets. **Journal Animal Science**, v. 60, n. 2, p. 427-433, 1985.
- KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. **Meat Science**, v. 6, p. 169-189, 1994.
- KELLY, M. L.; BERRY, J. R.; DWYER, D. A.; et al. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 881-885, 1998.

- KOONG, L. J.; FERREL, C. L.; NIENABER, J. A. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. **Journal Nutrition**, Baltimore, v. 115, n. 10, p. 1383-1390, oct., 1985.
- KREHBIEL, C. R.; McCOY, R. A.; STOCK, R. A.; KLOPFENSTEIN, T. J.; SHAIN, D. H.; HUFFMAN, R. P. Influence of grain type, tallow level, and tallow feeding system on feedlot cattle performance. **Journal Animal Science**, v. 73, p. 2916-2921, 1995.
- KUNKLE, W. E.; HOPKINS, D. I. Is methionine the first limiting amino acid for growing cattle fed forages? In: **Proceedings of 10TH Annual Florida Nutrition Symposium**, p. 19-29, University of Florida, Gainesville, 1999.
- LABORDE, F. L.; MANDELL, I. B.; TOSH, J. J.; et al. Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. **Journal Animal Science**, v. 79, p. 355-365, 2001.
- LADEIRA, M. M.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 395-403, 1999.
- LAGROST, L. Differential effects of cis and trans fatty acids isomers, oleic and elaidic acids, on the cholesteryl ester transfer protein activity. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1124, p. 159-162, 1992.
- LAGROST, L.; BARTER, P. J. Effects of various non-esterified fatty acids on the transfer of cholesteryl esters from HDL to LDL induced by the cholesteryl ester transfer protein. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1085, p. 209-216, 1991.
- LANA, R. P.; FONTES, C. A. A.; PERON, A. J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macro elementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), de novilhos de cinco grupos raciais. 2. Exigências de energia e proteína. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 528-537, maio/junho, 1992.
- LANÇANOVA, J. A. C. OLIVEIRA, M. D. S.; PACOLA, L. J.; et al. Digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, e energia bruta e nutrientes digestíveis totais de uma ração completa para bovinos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 897-903, 2001.
- LANNA, D. P. D.; FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O. Exigências nutricionais de gado de corte: O sistema NRC. **Anais do Simpósio sobre Produção Intensiva Gado Corte – CBNA**. p.138-167, Campinas, Abril, 1998.
- LANNA, D. P. D.; LEME, P. R.; BOIN, C.; et al. Ganho compensatório de bovinos de diferentes grupos genéticos: composição química e física corporal. In: **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 34, Juiz de Fora, Anais... ,Juiz de Fora, MG, p. 352 – 354, 1997.
- LANNA, D. P. D. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição química de cortes das costelas**. Piracicaba – SP, 131p., Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, USP, 1988.

- LAWLESS, F.; MURPHY, J. J.; KJELLMER, G.; et al. Effect of diet on bovine milk fat conjugated linoleic acid content. **Irish Journal Agricultural Food Research**, n. 35, p. 208, 1996.
- LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals**. New York: CAB International. 330p. 1997.
- LEME, P. R.; BOIN, C.; ALLEONI, G. F.; et al. Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do espaço de deutério. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v. 23, n. 3, p. 441-452, 1994.
- LESEIGNEUR-MEYNIER, A.; GANDEMER, G. Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibers. **Meat Science**, v. 29, p. 229-241, 1991.
- LIMA, M. L. P. **Produção de leite de vacas mestiças em pastagens de capim elefante cv. Guaçu (Pennisetum purpureum Schum. cv. Guaçu) e capim Tanzânia (Panicum maximum Jacq. Cv. Tanzânia)**. Tese de doutorado, Jaboticabal, 102 p., 02/2002.
- LOBLEY, G. E.; CONNELL, A.; LOMAX, M. A. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth, and digestive function of steers with different Bos Taurus genotypes when fed a low quality grass hay. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 46, n. 6, p. 1121, 1995.
- LOFGREEN, G. P.; GARRET, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal Animal Science**, Albany, NY, v. 27, n. 3, p. 793-806, may, 1968.
- MALAU-ADULI, A. E. O.; EDRISS, M. A.; SIEBERT, B. D.; et al. Estimates of genetic parameters for triacylglycerol fatty acids in beef cattle at weaning and slaughter. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 83, p. 169-180, 2000.
- McGUIRE, M. A.; McGUIRE, M. K. Conjugated linolic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, p 1-8, 1999.
- McGUIRE, M. A.; McGUIRE, M. K. ; McGUIRE, M. S.; GRINARDI, J. M. Bovinic acid: the natural CLA. In: **Cornell Nutrition Conference**, 59, Ithaca, 1997. Proceedings, Ithaca, Cornell University, p. 217-226, 1997.
- MENDONZA, G. D.; BRITTON, R. A.; STOCK, R. A. Ruminal fermentation and in situ starch digestion with high moisture corn, dry rolled grain sorghum or a mixture of these grains. **Animal Feed Science Technology**, v. 74, p. 329-335, 1998.
- MERTENS, D. R. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy. p. 450-493, 1994.
- MILLER, C. C.; PARK, Y.; PARIZA, M. W.; et al. Feeding conjugated linoleic acid to animals partially overcomes catabolic responses due to endotoxin injection. **Biochemistry Biophysiological Research Commun.**, v. 198, p. 1107-1112, 1994.
- MONEGAGLIA, A. P.; BEYRUTI, M. Ácido esteárico: amigo ou inimigo do coração? – Revista ABESO (on line). Disponível na Internet via www.abeso.org.br/revista/revista13/chocolate.htm. 26/06/2004.

- MURRAY, D. M. & SLEZACEK, O. The effect of weight stasis on the non-carcass components of crossbred sheep. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 39, p. 653-658, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D.C., 242 p. 1996.
- NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação) – UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, Versão 1**. Campinas, 42 p., 2004.
- NIGDI, M. E.; LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L.; PALMQUIST, D. L. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal Animal Science**, v. 68, p. 2555-2565, 1990.
- NOLAN, J. V. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal Agricultura Research**, v. 47, n. 2, p. 227-246, 1993.
- ØRSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v. 63, p. 1624-1633, 1986.
- ØRSKOV, E. R.; GRUBB, D. A.; WEBSTER, A. J. F.; et al. The sustenance of growing and fattening ruminants by intragastric infusion of volatile fatty acids and protein. **British Journal of Nutrition**, v. 41, p. 553, 1979.
- ØRSKOV, E. R.; FRASER, C.; KAY, R. N. B. Dietary factors influencing the digestion of starch in the rumen and small and large intestine of early weaned lambs. **British Journal Nutrition**, v. 23 p. 217, 1969.
- OSTROWSKA, E.; MURALITHARAN, M.; CROSS, R. F.; et al. Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. **Journal of Nutrition**, v. 129, p. 2037-2042, 1999.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal Animal Science**, v. 75, p. 868-879, 1997.
- OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal Animal Science**, v. 71, p. 3138-3150, 1993
- PARIZA, M. W.; HA, Y. L. Conjugated dienoic derivatives of linoleic acid: a new class of anticarcinogens. **Medical Oncology Tumor Pharmacotherapy**, v. 7, p. 169-171, 1990.
- PADOVESE, R.; MANCINI FILHO, J. Ácidos graxos trans. In: CURI, R.; et al. **Entendendo a gordura**. Barueri: Ed. Manole, 580 p., Capítulo 36, 2002.
- PALMQUIST, D. L.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Ruminal, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal Dairy Science**, n. 76, p. 1353-1364, 1993.
- PALMQUIST, D. L.; CONRAD, H. R. High fat rations for dairy cows. Tallow and hydrolyzed blended fat at two intakes. **Journal Dairy Science**, v. 63, p. 391, 1980.

- PARDI, M. C.; SANTOS, L. F.; SOUZA, E. R.; SANTOS, J. C. **A epopéia do zebu: um estudo zootécnico-econômico 1944/1994**. Editora UFG, Goiânia, p. 126. 1996.
- PARK, Y.; STORKSON, J. M.; ALBRIGHT, K. J.; et al. Evidence that the *trans*-10, *cis*-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. **Lipids**, v. 34, p. 235-241, 1999.
- PARK, Y.; ALBRIGHT, K. J.; LIU, W.; et al. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, v. 32, p. 853-858, 1997.
- PAULINO, M. F. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos de quatro raças zebuínas em confinamento**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PEARSON, A. M. **Developments in Meat Science 2**. Applied Science Publishers, England, 299 p., 1981.
- PENNY, M. K. E.; SHAOMEI, Y. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 65 (suppl), p. 1628S-1644S, 1997.
- PIRES, C. C.; FONTES, C. A. A.; GALVÃO, J. G. et al. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. I. Composição corporal e exigências de proteínas para ganho de peso. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 110-120, 1993.
- POMPÉIA, C. Essencialidade dos ácidos graxos. In: CURTI, R.; et al. **Entendendo a gordura**. Barueri: Ed. Manole, 580 p., Capítulo 3, 2002.
- POPESKO, P. **Atlas of Topographical Anatomy of the Domestic Animals – Volumes I, II e III**, 2 ed. W. B. Saunders Company Philadelphia, London, Toronto, 1977.
- 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.
- RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science Technology**, v. 113, p. 199-221, 2004.
- REID, J. I.; WHITE, D.; ANRIQUE, R. et al. Nutritional energetics of livestock; some present boundaries of knowledge and future research needs. **Journal Animal Science**, v. 51, n. 6, p. 1393-1415, 1980.
- REISER, R.; REDDY, H. G. R. The hydrogenation of dietary unsaturated fatty acids by the ruminant. **Journal American Oil Chemistry Society**, v. 33, p. 155-163, 1956.
- RHEE, K. S.; ZIPPRIN, Y. A.; ORDONEZ, G.; et al. Fatty acid profiles and lipid oxidation in beef steer muscles from different anatomical locations. **Meat Science**, v. 25, p. 293-301, 1988.

- ROHR, K.; DAENICKE, R. Nutritional effects on the distribution of live weight as gastrointestinal tract fill and tissue components in growing cattle. **Journal Animal Science**, v. 58, n. 3, p.753-765, 1984.
- ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal Animal Science**, v. 63, p. 1607-1623, 1986.
- ROWE, A.; MACEDO, F. A. F.; VISENTAINER, J. V.; et al. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Meat Science**, v. 51, p. 283-288, 1999.
- RULE, D. C.; SMITH, S. B.; ROMANS, J. R. Fatty acid composition of muscle and adipose tissue of meat animals. In: SMITH, S. B.; SMITH, D. R. (Eds.). **The biology of fat in meat animals: Current advances**. Illinois: American Society of Animal Science, p. 144-165, 1995.
- RUSMAN, SOEPARNO; SETIYONO; et al. Characteristics of Biceps femoris and Longissimus thoracis muscles of five cattle breeds grown in a feedlot system. **Animal Science Journal**, v. 74, p. 59,65, 2003.
- RYAN, W. J. & WILLIAMS, I. H. Changes in the body composition of sheep fed a maintenance level. In: **Proceedings Australian Society Animal Production**, p 344-347, 1989.
- SAS / STAT. User's Guide. Version 8. 2. SAS Institute Inc., 1999**
- SCOTT, T. W.; ASHES, J. R. Dietary lipids for ruminants: protection, utilization and effects on remodeling of skeletal muscles phospholipids. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 44, p. 495-508, 1993.
- SHAHIDI, F. Prevention of lipid oxidation in muscle foods by nitrite & nitrate-free composition. In: ST. ANGELO, A. J. (Ed.) **Lipid oxidation in food**. American Chemical Society, Washington, DC, p. 161-182, 1992.
- SHAHIN, K. A.; BERG, R. T.; PRICE, M. A. The effect of breed-type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 35, n. 3/4, p.251-264, jun. 1993.
- SHIBUYA, C. M. **Análise sensorial da carne (m. L. dorsi) de novilhos terminados com dietas de milho seco vs. Úmido, com ou sem gordura protegida (Lactoplus), e de Lactoplus vs. caroço de algodão**. Campinas – SP, 87p., Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2004.
- SILVA, D. J; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3ª ed. Ed. UFV, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 1ª reimpressão: 2004. 235p.
- SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM JÚNIOR, N. Essentiality of and recommended dietary intakes for Omega-6 and Omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v. 43, p. 127-130, 1999.
- SOLOMON, M. B.; ELSASSER, T. H. Dietary energy and protein effects on partitioning of carcass components in beef cattle. **Meat Science**, v. 29, p. 365-373, 1991.

- STOCK, R.; KLOPFENSTEIN, T.; SHAIN, D. **Feed intake variation**. Oklahoma Agricultural Exp. Sta. Misc. Publi., p 942-956, 1995.
- STOCK, R. A.; BRINK, D. R.; BRANDT, R. T. et al. Feeding combination of high moisture corn and dry corn to finishing cattle. **Journal Animal Science**, v. 65, p. 282-289, 1987a.
- STOCK, R. A.; BRINK, D. R.; BRITTON, R. A.; et al. Feeding combinations of high moisture corn and dry-rolled grain sorghum to finishing steers. **Journal Animal Science**, v. 65, p. 290, 1987b.
- SWEETEN, M. K.; CROSS, H. R.; SMITH, G. C.; et al. Subcellular distribution and composition of lipids in muscle and adipose tissues. **Journal Food Science**, v. 55, p. 43, 1990.
- SWINGLE, S. Effect of roughage level and type on intake and performance of feedlot cattle. In: **Proceedings Intake by Feedlot Cattle**. 942 p. Oklahoma State University, Stillwater. p. 257-263, 1995.
- TAYLOR, St. C. S.; THIESSEN, R. B.; MURRAY, J. Interbred relationship of maintenance efficiency to milk yield in cattle. **Animal Production**, Harlow, v. 43, n. 1, p.37-61, Aug. 1986.
- TEDESCHI, L. O.; BOIN, C.; FOX, D. G.; et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nelore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal Animal Science**, v. 80, p. 1671-1682, 2002.
- TEIXEIRA, J. C.; COELHO da SILVA, J. F.; GARCIA, J. A. et al. Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos. II. Exigências de energia e proteína. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 182-192, mar./abr., 1987.
- THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal Animal Science**, v. 63, p. 1649-1662, 1986.
- TROUT, G. R. Biochemistry of lipid and myoglobin oxidation in postmortem muscle and processed meat products – effects on rancidity. In: **49th International Congress of Meat Science and Technology**, p. 50-55, 2003.
- TYRREL, H. F.; MOE, P. W.; OLTJEN, R. R. Energetics of growth and fattening compared to lactation in cattle. In: **Proceedings of 6th Symposium on Energy Metabolism European Association Animal Production**, p205-208. Stuttgart, F. R. Germany. 1974
- VALADARES FILHO, S. C. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J. C. (Ed). **Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes**, 1997, Lavras, MG. Anais... Lavras: FAEPE. p. 87 – 113, 1997.
- VALADARES FILHO, S. C; COELHO da SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. et al. Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovídeos alimentados com duas proporções de volumoso:concentrado (60:40 e 40:60%). 2- Silagem de sorgo. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 587-598, set., 1985.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. London:Constock Publishing Associates, USA. 476p. 1994.

- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G. L. D.; et al. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês X Nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**, n. 30, v. 2, p. 518-525, 2001.
- VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO da SILVA, J. F. et al. Predição da composição corporal e dos requisitos de energia e proteína para ganho de peso de bovinos, não castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 30, n. 3. p. 1127-1134, (Supl.1), 2001.
- VÉRAS, A. S.C. ; VALADARES FILHO, S. C. ; COELHO da SILVA, J. F. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2379-2389, 2000.
- VERMOREL, M.; BICKEL, H. Utilisation of feed energy by growing ruminants. In: C. Béranger (Ed.) **Energy and Protein Feeding Standards Applied to the Rearing and Finishing of Beef Cattle** p.127-144. Ann. Zootechnie 29, No.h.s. 1980
- WALDO, D. R.; GLEN, B. P. Foreign systems for meeting the protein requirements of ruminants. II. Meeting protein requirements of cattle. In: OWENS, F. N. (Ed). **Proceedings protein requirements for cattle: Symposium**, 109, p.269-309, 1981.
- WARNER, R. G. The place of added fat in ruminant rations. In: **Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures**. 88p. Cornell Univ., Ithaca, NY, 1960.
- WILLIAMS, J. E.; WAGNER, D. G.; WALTERS, G. W.; et al. Effect of production systems on performance, body composition and lipid and mineral profiles of soft tissue in cattle. **Journal Animal Science**, v. 57, p. 1020, 1983.
- WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 60, p. 21-32, 2003.
- WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal Nutrition Supplement**, v. 1, S49-S60, 1997.
- YANG, A.; BREWSTER, M. J.; BEILKEN, S. L.; et al. Warmed-over flavor and lipid stability of beef: effects or prior nutrition. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 67, n. 9, p. 3309-3313, 2002.
- ZAIA, D. A. M. Os lipídios e a origem da vida. In: CURI, R.; et al. **Entendendo a gordura**. Barueri: Ed. Manole, 580 p., Capítulo 1, 2002.
- ZELOULA, L. M.; MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v. 28, n.5, p.898-905, 1999.
- ZINN, R. A.; GULATI, S. K.; PLASCENCIA, A.; et al. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal Animal Science**, n. 78, p. 1738-1746, 2000.
- ZINN, R. A.; SHEN, Y. Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers. **Journal Animal Science** v. 74, p. 2303-2309, 1996.

- ZINN, R. A. Comparative feeding value of supplemental fat in steam-flaked corn and steam flaked wheat based finishing diets for feedlot steers. **Journal Animal Science**, v.70, p. 2959-2969, 1992.
- ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. *Journal Animal Science*, v. 67, p. 1029-1037, 1989.