UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

RAPHAEL MARQUES DE PAULA

Utilização de milho grão inteiro para terminação de novilhas Nelore em confinamento

Pirassununga
2014

RAPHAEL MARQUES DE PAULA

Utilização de milho grão inteiro para terminação de novilhas Nelore em confinamento

VERSÃO CORRIGIDA

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

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador:
Prof. Dr. Arlindo Saran Netto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

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

D419u	<p>De Paula, Raphael Marques</p> <p>Utilização de milho grão inteiro para terminação de novilhas Nelore em confinamento / Raphael Marques De Paula. -- Pirassununga, 2014.</p> <p>58f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto.</p> <p>1. Acidose 2. Aminoácidos 3. Carcaça 4. Ganho de peso 5. Mineral orgânico. I. Título.</p>
-------	---

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Luiz Carlos e Nilma, sendo meus exemplos de vida e de admiração como pessoa e profissional, acima de tudo, pelo amor dedicado e pela confiança absoluta depositada em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me proporcionar tudo o que fora necessário para a conclusão deste trabalho.

À Universidade de São Paulo – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos pela oportunidade do Mestrado.

Ao professor Dr. Arlindo Saran Netto, pela orientação, dedicação, paciência e auxílio, tornando assim possível a realização deste trabalho.

À Iracema de Paula, Vani de Paula e Rafael de Paula pela preocupação por mim e acima de tudo, pela fé.

À Profa. Dra. Marta Luppi, pelo amparo.

Ao Prof. Dr. Marcos Gomes Loureiro, pelos conselhos ao longo de todo o tempo.

Ao professor Dr. Saulo da Luz e Silva, pelo auxílio nas análises estatísticas e auxílio na condução do experimento.

Aos funcionários do laboratório de bromatologia, pela atenção e tempo disponíveis para a realização de análises realizadas no experimento: Rose, Rosilda e Rafael.

Às doutorandas Elayna Maciel e Isabela Menezes, pela atenção, amizade e espaço cedidos.

Aos amigos e colegas de profissão Régis Ottoni e Cláudia Ottoni, pelo incentivo profissional e grande amizade.

A todos os amigos do CEBER que, gentilmente, participaram de formas expressivas tanto na realização do experimento, como na trajetória do período de pós-graduação.

A todos que, direta ou indiretamente participaram e colaboraram para a realização deste experimento.

RESUMO

DE PAULA, R.M. **Utilização de milho grão inteiro para terminação de novilhas Nelore em confinamento.** 2014. 58f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

A bovinocultura de corte destaca-se na economia nacional, crescendo cada vez mais no mercado cárneo mundial. O confinamento reduz a necessidade de área de produção, auxiliando na redução do impacto ambiental da atividade além do aumento da competitividade no setor. No sistema de produção com milho grão inteiro, os animais são alimentados com dieta à base de milho grão inteiro e núcleo protéico-mineral-vitamínico peletizado, dispensando o uso de volumoso. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de milho grão inteiro e suplementação com minerais orgânicos na nutrição dos animais confinados sobre o consumo, desempenho, parâmetros de fermentação ruminal (pH, concentração de nitrogênio amoniacal e de ácidos graxos de cadeia curta). Foram utilizados trinta e seis novilhas de raça Nelore, com idade de vinte e quatro meses, e média de peso de 244,67kg. Os animais foram alojados em baias com dois animais por baia e distribuídos em dois tratamentos: pellet controle e pellet com inclusão de minerais orgânicos selênio e zinco e os aminoácidos colina, metionina e valina. Nos dois tratamentos o pellet tinha em sua composição 30% de PB, sendo a inclusão do pellet de 15% e 85% de milho grão inteiro. O experimento teve duração de 86 dias e o momento do abate foi determinado em função da deposição de gordura, acima de quatro milímetros, no músculo *Longissimus dorsi* utilizando ultrassonografia. Apesar da ingestão de matéria seca em média de 6 kg por dia, sem a inclusão de volumoso, os animais não apresentaram sinais de acidose, com valor médio de pH sanguíneo de 7.37, provavelmente em função da utilização do grão integral. Os animais apresentaram eficiência alimentar de 0,166 e não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$), rendimento de carcaça quente em média de 52%. Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) em relação ao consumo de matéria seca, ganho de peso, parâmetros ruminais, número e severidade de abscessos hepáticos, entre o controle e o tratamento com minerais orgânicos. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos propostos, a dieta com milho grão inteiro.

Palavras-chave: acidose, aminoácidos, carcaça, ganho de peso, mineral orgânico

ABSTRACT

OLIVEIRA, L.S. **Use of corn grain in feedlot finishing Nelore heifers.** 2014. 58p. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

The beef cattle industry stands out in the national economy, growing increasingly in the global meat market. The intensive animal farming (feedlot) reduces the need of production area, helping to reduce the environmental impact of the activity in addition to increased competition in the sector. On the production system with whole grain corn, the animals are fed a diet based on corn grain and pelleted protein-vitamin-mineral core, without the need for forage. The objective of this study was to evaluate the effect of using whole grain corn and organic minerals supplementation in feedlot animals nutrition on intake, digestibility, ruminal fermentation parameters (pH, ammonia nitrogen concentration and short-chain fatty acids). Were used thirty-six Nelore heifers, aged twenty-four months and average weight of 244.67 kg. The animals were housed in stalls with two animals per stall and divided into two treatments: pellet control and pellet with inclusion of organic minerals of selenium and zinc and amino acids choline, methionine and valine. In both treatments the pellet had in its composition 30% in gross weight, with the inclusion of the pellet of 15% and 85% whole grain corn. The experiment lasted 86 days and the slaughter time was determined according to the deposition of fat above four millimeters, in the *Longissimus dorsi* muscle using ultrasonography. Despite the dry matter intake averaged 6 kg per day, the animals showed no signs of acidosis, with an average pH value of 7.37, probably due to the use of whole grain. The animals showed feed efficiency of 0.166 kg per day per kg of dry matter intake, hot carcass yield of 52.45% on average. There were no significant differences in the number and severity of liver abscesses between the control and treatment with organic minerals. Despite not find significant differences between the treatments.

Keywords: acidosis, amino acids, carcass, weight gain, organic mineral

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura molecular da amilose (MOTTA, 2003).....	19
Figura 2 - Estrutura molecular da amilopectina (MOTTA, 2003).	19
Figura 3 - Elétrons-micrografia de varredura de grânulo de amido após 4 horas (a) e 12 horas (b) de incubação com <i>Streptococcus bovis</i> (MCALLISTER <i>et al.</i> , 1990).	20
Figura 4 - Elétrons-micrografia de varredura de grânulo de amido após 24 horas (c) de incubação com <i>Ruminococcus amylophilus</i> 70, e grânulo de amido de trigo incubado por 72 horas com <i>S. bovis</i> . (MCALLISTER <i>et al.</i> , 1990).....	21
Figura 5 - Composição Anatômica do grão de milho e suas partes (BRITANNICA, 2006)...21	
Figura 6 - Consumo de matéria seca por dia (CMS); Ganho de peso diário (GPD) e Eficiência alimentar (EA) em função dos tratamentos.....	38
Figura 7 - Média de ganho de peso diário em função do tempo, de acordo com os tratamentos.	38
Figura 8 - Área de olho de lombo avaliada por ultrassonografia, na região entre a 12ª e 13ª costelas, de acordo com o tratamento e tempo de confinamento.....	41
Figura 9 - Espessura de gordura subcutânea, de acordo com o tratamento e tempo de confinamento.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percentagem dos constituintes em matéria seca indicados nas estruturas físicas específicas do grão de milho.....	22
Tabela 2. Composição percentual da dieta na matéria seca.	32
Tabela 3. Níveis de garantia de elementos ativos por kg de produto utilizado nos tratamentos controle e mineral orgânico, respectivamente.....	33
Tabela 4. Composição bromatológica das dietas em (%), considerando os diferentes tratamentos.....	37
Tabela 5. Caracterização das novilhas Nelore utilizadas no experimento.	37
Tabela 6. Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características de desempenho de acordo com o tratamento.	39
Tabela 7. Médias, erro padrão da média e probabilidades das características ruminais de acordo com o tratamento.....	40
Tabela 8. Frequência e severidade dos abscessos hepáticos nos animais alimentados com a dieta controle e com a dieta com Minerais Orgânicos (MO).....	40
Tabela 9. Mensuração dos dados sanguíneos do grupo controle, em relação aos períodos coletados.	44
Tabela 10. Valores médios dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC) de ambos os grupos.	44

LISTA DE SIGLAS

AGCC – ácidos graxos de cadeia curta

AH – abscesso hepático

AOL – área de olho de lombo

CA – conversão alimentar

EA – eficiência alimentar

EB – energia bruta

GMD – ganho médio diário

GC – ganho de carcaça

IMS – ingestão de matéria seca

GPV – ganho de peso vivo

FDN – fibra em detergente neutro

MGI – milho grão inteiro

MO – minerais orgânicos

MS – matéria seca

pH – potencial hidrogênionico

PV – peso vivo

PVI – peso vivo inicial

PVF – peso vivo final

RCQ – rendimento de carcaça quente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
	3.1 CENÁRIO DA PECUÁRIA DE CORTE FRENTE AO CONFINAMENTO	14
	3.2 AMIDO	18
	3.2.1 Milho	21
	3.3 DIETAS DE ALTO CONCENTRADO.....	24
	3.4 DIETA DE GRÃO INTEIRO NO SISTEMA DE CONFINAMENTO	25
	3.4.1 Utilização de Minerais Orgânicos e Aminoácidos	27
	3.4.1.1 Zinco.....	28
	3.4.1.2 Colina	29
	3.4.1.3 Metionina.....	30
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
	4.1 DETERMINAÇÃO DE AGCC	34
	4.2 ABSCESSOS HEPÁTICOS.....	35
	4.3 ÍNDICE DE RUMINITE	35
	4.4 MORFOLOGIA DAS PAPILAS DO RÚMEN	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6	CONCLUSÕES.....	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente número de animais terminados em confinamento, a pecuária brasileira necessita desenvolver estratégias nutricionais, adotando o sistema de dietas de alto concentrado. Objetiva-se assim o desempenho produtivo superior, acabamento de carcaça compatível com o exigido pelo mercado consumidor, e qualidade da carne dos animais confinados. Espera-se com isso, minimizar gastos com a dieta, bem como reduzir custos operacionais de produção (SILVA, 2009).

Deve-se avaliar o confinamento como uma ferramenta estratégica para o produtor que almeja ganhar em escala no seu sistema de produção, agregando qualidade ao produto final. É importante ressaltar que, lançar mão do sistema de manejo intensivo visa o aumento de produção, envolvendo diversos fatores, associados às estratégias de alimentação que supram suas exigências para o máximo desempenho animal (FERNANDES *et al.*, 2006). Portanto, o fornecimento de dietas com elevado teor de concentrado para bovinos jovens, que apresentam respostas satisfatórias a este tipo de manejo nutricional, tem sido adotado objetivando-se a intensificação do sistema de produção, permitindo assim o abate de animais jovens, além do acabamento de carcaça adequado, anulando prejuízos à qualidade da carne (LEME *et al.*, 2003).

Ainda de acordo com Caetano (2008) o fato de dispensarem a necessidade do manejo na utilização de alimentos volumosos, além de justificar-se pelo valor energético agregado pelo menor peso por unidade, justifica o uso crescente de dietas com elevada proporção de concentrado. Silva (2009) ressalta que há diminuição de custos operacionais durante a produção e fornecimento do alimento destinado aos animais, tendo impacto direto na mão de obra e tempo de duração do período de confinamento.

A inclusão de aditivos minerais e aminoácidos em forma de pellets e/ou fibras na utilização do milho grão inteiro como estratégia preventiva de distúrbios ruminais metabólicos, evitando assim o comprometimento da saúde e desempenho dos animais confinados no sistema de dieta de alto grão.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de dietas completas de milho grão inteiro junto ao uso de aditivos alimentares, sobre a eficiência alimentar, parâmetros ruminais, desempenho, e características de carcaça de novilhas da raça Nelore em regime de confinamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cenário da pecuária de corte frente ao confinamento

Com aproximadamente 209 milhões de bovinos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2012, o Brasil tem o maior rebanho comercial do mundo, a pecuária brasileira tem potencial para atender a demanda de carne dos mercados nacional e internacional. Sendo a maior parte do rebanho brasileiro constituído por animais azebuados, adaptados às condições de pastagens do país, possibilitando assim a exploração do sistema extensivo de produção, resultando desta forma em menores custos de produção, quando comparado a outros países exportadores de carne (JORGE JUNIOR *et al.*, 2006).

A utilização de pastos como principal fonte de alimento para os animais constitui a base da pecuária de corte do Brasil. No entanto, há grande necessidade de aumentar a produção de bovinos de corte, conjuntamente a minimização dos impactos decorrentes à sazonalidade, tanto quantitativamente quanto qualitativamente das forragens sob pastejo (PAULINO, 1999). É evidentemente claro o potencial de produção de carne a pasto. Entretanto, tem-se no confinamento uma alternativa estratégica e flexível quando relacionado aos parâmetros zootécnicos e regionais onde a pecuária se insere (SIQUEIRA *et al.*, 1999).

Apesar de animais destinados ao corte criados a pasto dominarem os abates, os animais confinados têm ganhado espaço nos últimos anos. Além disso, a tendência é de aumento, o que chama a atenção ainda mais devido às projeções de crescimento do Ministério da Agricultura e Pecuária (2011) quanto à produção de carnes no Brasil. O ministério prevê o crescimento de 32,3% até 2022 para a produção de carne bovina nacional, além de crescimento na participação do comércio internacional atingindo 23,2%, ou seja, dois milhões de toneladas exportadas.

Os números de animais confinados mostram crescimento ascendente de 88% em apenas dois anos (ASSOCON, 2012). Ao comparar os números com o total de abates realizados, pode-se observar que os abates pelo sistema de confinamento obtiveram aumento de participação variando de 9% do total nacional em 2010 para 16% dos abates nacionais em 2012. Em relação aos estados, GO, MT, MS, SP e MG, sendo os principais estados, conclui-se que os confinamentos responderam por 21,7% no ano de 2012 do total de abates.

A produção de carne do Brasil tem-se intensificado significativamente, a partir da década de 1990, devido à abertura de novos mercados e assim como a globalização da economia. Os mercados tornaram-se mais exigentes, e os processos agropecuários modernizados, devido à pressão da competição entre os preços de insumos e de produtos (FERNANDES *et al.*, 2007). Wedekin e Amaral (1991) relatam que o sistema de confinamento foi adotado com maior expressão no Brasil a partir de 1980, com enfoque nos meses de inverno, como prática de engorda intensiva, nos períodos de entressafra, onde ocorre a queda de produção das pastagens. Sendo assim, o sistema de produção agropecuário tende a ter o modelo de atividade empresarial, afastando-se desta forma do modelo de pecuária extensiva, dando preferência ao sistema de confinamento (EUCLIDES FILHO, 2004).

De modo geral, os bovinos permanecem em confinamento por um período que varia entre 70 a 80 dias, conclui-se, então, que mesmo bovinos terminados em confinamento, consumiram mais de 90% de nutrientes provenientes de pastagens ao longo da vida (LANNA *et al.*, 2004).

O sistema de confinamento deve ser visto de maneira estratégica aliando o potencial de produção animal e qualidade de produto final (FERNANDES *et al.*, 2006), considerando que, confinamentos requerem estimativas precisas de consumo de alimento, eficiência alimentar (EA) e ganho de carcaça (GC), para assim, controlar efetivamente custos de produção e prever lucros. A verificação do ganho médio diário (GMD) afeta diretamente avaliação dos custos de acordo com dias de alimentação e a relação com ganhos de carcaças, e indiretamente, assim como a eficiência de conversão alimentar (MEISSNERL *et al.*, 1995).

De acordo com Peixoto *et al.*, (1989) a redução da idade de abate dos animais acarreta o aumento da eficiência produtiva do rebanho, acarretando na produção de carne de qualidade superior, conseqüente da menor idade ao abate, maior giro de capital investido, resultando em retorno de capital mais rápido ao produtor. Ainda ressalta a possibilidade do uso de pastagem para outras categorias animais, produção de esterco como adubo orgânico, tendo em vista o aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal.

Segundo Silva *et al.* (2002) a habilidade de ganho de peso de bovinos é influenciada pelo nível nutricional ao qual são submetidos, entretanto, a melhoria do nível nutricional proporciona aumento no custo da alimentação, o que às vezes, pode tornar a atividade de baixa rentabilidade, principalmente quando os animais não possuem potencial para altos ganhos de peso. Assim, o consumo, a conversão alimentar e o ganho de peso são variáveis importantes que devem ser mensuradas, na avaliação do sistema de produção, assim como a avaliação zootécnica dos animais.

A nutrição chega a representar 30,24% sobre o custo de produção, na terminação de bovinos de corte em confinamento, quando se incluem os animais na composição desses custos (LOPES e MAGALHÃES, 2005).

As causas que afetam o consumo de matéria seca (CMS) são variáveis, destacando-se: composição corporal, especialmente percentagem da gordura corporal, sexo do animal, idade, estágio fisiológico, tamanho corporal, ambiental, manejo e fatores dietéticos. A suplementação de forragem com concentrado baseado em grãos, eventualmente reduz o consumo da forragem, tal efeito, notavelmente é maior em forragem de alta qualidade em relação à forragem de baixa qualidade. A moagem dos alimentos pode afetar o consumo, no entanto, o efeito varia entre diferentes alimentos (NRC, 1996).

Adicionando-se um baixo percentual de forragem à dieta de alto concentrado auxilia a prevenção de distúrbios digestivos, maximizando o consumo de energia líquida para ganho (GALYEAN e DEFOOR, 2003). Os resultados da presença ou ausência de forragem nas dietas de ruminantes são presumivelmente influenciados pela natureza bioquímica associada às mudanças digestivas e absorptivas (BALCH, 1971).

O uso de dietas de alto concentrado nos confinamentos brasileiros tem sido crescentes, pelo fato de dispensarem a necessidade do manejo do uso de alimentos volumosos, sendo interessante pelo potencial energético disponível nos grãos, apresentando comumente preços inferiores como o milho na região Centro Oeste do Brasil (SILVA, 2009).

Em estudo, Theurer (1986) verificou que a CA e o GMD para milho integral e laminado seco foram semelhantes. Sendo o amido o nutriente básico na dieta de ruminante utilizado para o aumento significativo da produção, ou seja, a utilização ótima de amido é fundamental para a melhora da eficiência alimentar (EA). A principal fonte de amido em dietas são grãos de cereais como cevada; milho e sorgo grão. A melhoria na utilização do amido é a principal razão para que se obtenha maior EA dos indivíduos alimentados com dietas de alto grão, sendo o rúmen o maior local de digestão de amido, visto que o processamento aumenta a degradação ruminal do amido, diminuindo a digestão pós-ruminal.

O consumo de dietas compostas por alta proporção de forragem ocorre em função da quantidade e taxa de digestão da parede celular potencialmente digestível e a liberação de resíduos indigestíveis pelo rúmen. Pode haver o escape de resíduo alimentar ruminal pela digestão ou passagem, para que ocorra consumo adicional no momento em que a repleção ruminal limita o consumo. Dessa forma, o consumo do alimento pode afetar a digestibilidade através de curto tempo de retenção ruminal e baixa taxa digestiva (SHAVER *et al.*, 1986). Mudanças na passagem dos componentes da dieta pelo rúmen podem estar relacionadas à

alteração da ingestão de matéria seca (IMS), consequente das diferentes fontes e dos níveis de forragens. Se a FDN da forragem aumenta a passagem da porção dos grãos da dieta, a fermentação ruminal ocorrerá de forma diminuída, resultando na diminuição da carga ácida, e consequentemente maior IMS (GALYEAN e DEFOOR, 2003).

A taxa e a extensão da digestão do amido no rúmen são determinadas por diversos fatores interligados, como a fonte de amido da dieta, composição da dieta, quantidade do alimento consumido por tempo, alterações mecânicas (processamento do grão, mastigação), alterações químicas (grau de hidratação e gelatinização) e adaptação da microbiota ruminal à dieta (HUNTINGTON, 1997). O consumo de alimento, a salivação e mastigação são aspectos importantes relacionados à função ruminal, ou seja, as funções do rúmen envolvem: atividade fermentativa, absorção e a movimentação da ingesta através do retículo-rúmen ao intestino delgado (CARTES e GROVUM, 1990). De maneira geral, a taxa de digestão da partícula do alimento no rúmen está diretamente ligada à extensão da digestão, assim como o aumento na taxa de passagem da partícula do alimento, ligando-se diretamente ao aumento do consumo do alimento (HUNTINGTON, 1997).

O processo de digestão ruminal é uma sequência sinérgica e dinâmica de eventos que influenciam a fermentação da ingesta e a distribuição de fontes de carboidratos na digestão pós-ruminal. A maneira que se manifesta este processo dependente do tipo e quantidade da fonte de carboidrato consumida pelo ruminante (NOCEK e TAMMINGA, 1991).

Em dietas de alta proporção de forragem, o local da digestão do amido tende a ser alterado, porém, o alto consumo de amido não reduz a digestão no rúmen ou no intestino delgado. De qualquer forma, a digestibilidade do amido no trato digestivo total é certamente muito alta, e o local da digestão pode indiretamente alterar a localização e extensão da digestão dos componentes da parede celular. Estas interações podem explicar determinados efeitos associativos negativos entre grãos e forragens. Logo, se mais de 70% do amido ingerido escapa da digestão ruminal, o amido que escapa maximiza a eficiência energética de produção dos animais ruminantes (OWENS *et al.*, 1986). Quando há inclusão de fibra em excesso na ração, a densidade energética é baixa, o consumo é reduzido e, consequentemente, produção diminuída (MERTENS, 1997).

Foi demonstrado por Costa *et al.* (2005) que a digestibilidade da fração FDN apresentou-se linearmente diminuída com a adição de concentrado na ração, pelo fato de a adição de concentrado na ração ocasionar a redução da digestibilidade da fibra, decorrente do aumento da proporção de carboidratos prontamente fermentáveis, além da consequente redução do pH ruminal, reduzindo sensivelmente a ação de bactérias fibrolíticas.

Considerando assim, esta premissa verdadeira, concluiu-se que a queda na digestibilidade da fração FDN, pode ser justificada pelo aumento da presença de carboidratos prontamente fermentáveis.

Espera-se alta EA em dietas de baixa forragem, devido ao aumento na concentração energética, devido à diminuição do nível de forragem (KOENIG *et al.* 2003); assim, ruminantes são eficientes em converter alimentos de maneira mais eficiente da mais alta concentração de energia na dieta.

O amido é o nutriente básico na dieta de ruminante utilizado para maximizar o nível de produção, devido seu alto teor energético. Desta maneira, a utilização ótima de amido é fundamental para a maximização da eficiência da produção animal. A melhoria na utilização do amido parece ser a principal razão para aumentar a EA de animais alimentado com dietas processadas de alto grão.

Em estudo de confinamento, novilhos da raça Hereford foram alimentados com dietas contendo 15, 30 e 50% de feno associado a 74, 59 e 39% de milho integral e farelo de soja suplementar. Os novilhos consumiram 9,0, 9,0, e 7,6 kg de MS por dia; apresentando ganho de 1,19, 0,89, e 0,67 kg; e CA de 7,6, 10,1 e 11,5, respectivamente. O baixo desempenho de novilhos alimentados com 30 e 50% de feno em relação aos da dieta com 15% de feno pode ser atribuído ao valor diminuído de energia metabolizável e redução do consumo de MS. A elevação do consumo de feno de 15 para 50% resultou em efeito quadrático para a FDA do feno (LEDOUX *et al.*, 1985).

3.2 Amido

O amido, classificado em amilose e amilopectina, é o mais importante polissacarídeo de reserva vegetal. A molécula completa contém em média cerca de 2.000.000 unidades de glicose, sendo uma das maiores moléculas encontradas na natureza (MORAES, 2004).

A amilose, como pode ser observado na Figura 1, é um polímero longo e relativamente linear, disposto em dupla hélice, sendo, em torno de 99% dos resíduos de glicose unidos por ligações α 1-4 e 1% por ligações α 1-6 (CHESSON e MONRO, 1982).

Figura 1 - Estrutura molecular da amilose (MOTTA, 2003).

A amilopectina, ilustrada na figura 2, é formada de pequenas cadeias lineares de 10 a 60 resíduos de glicose que se unem por ligações glicosídicas com configuração α (1-4) e de cadeias laterais de 15 a 45 resíduos unidos por ligações α (1-6) o que lhe confere uma estrutura ramificada, observada na Figura 2. A média do número de ramificações na amilopectina é de 5%, mas pode variar com a fonte de amido (VIEIRA *et al.*, 1991).

Figura 2 - Estrutura molecular da amilopectina (MOTTA, 2003).

Os grânulos de amido são estruturas organizadas, nos quais as moléculas de amilose e amilopectina são ligadas por pontes de hidrogênio. E os teores destes carboidratos influenciam na digestibilidade do amido (DREHER *et al.*, 1984). Grãos de cereais que apresentam maior teor de amilopectina que amilose são mais digestíveis (KOTARSKI *et al.*, 1992). Estima-se que 95% dos resíduos de glicose estejam unidos por ligações α (1 - 4) e que os outros 5% por ligações α (1 - 6) (FRENCH, 1973).

Após a adesão das bactérias ao grânulo de amido inicia-se a produção de endo e exo-amilases para hidrólise das ligações α 1-4 e α 1-6 da amilose e amilopectina, entretanto nem todas as bactérias são capazes de produzir todas as enzimas, ficando a interação entre as bactérias responsável pela máxima digestão do amido a monossacarídeos. Esta caracterização de alimentação cruzada entre as bactérias ruminais, demonstra a rica inter-relação dentre as espécies ruminais para a total digestão do amido (COTTA, 1992).

Cone *et al.* (1989), verificaram que o grau de degradação do amido de 23 fontes de alimentos variou consideravelmente após seis horas de incubação *in vitro*, o que foi atribuído às propriedades do amido. De acordo com McAllister *et al.* (1993), pode-se observar que a matriz proteica do endosperma do milho permaneceu intacta após 12 horas de incubação, ao passo que os grânulos de amido foram removidos, sendo a matriz proteica do endosperma de milho extremamente resistente à digestão pelos microrganismos ruminais.

Nas Figuras 3 e 4, observa-se que a matriz proteica do endosperma do milho permaneceu intacta após 12 horas de incubação, sendo que os grânulos de amido foram removidos, assim como a forma com que os microrganismos degradam os grânulos de amido é diferente, reflexo da composição da parede celular e sua interação com a matriz proteica e da ação dos diferentes microrganismos (MCALLISTER *et al.*, 1990).

Figura 3 - Elétrons-micrografia de varredura de granulo de amido após 4 horas (a) e 12 horas (b) de incubação com *Streptococcus bovis* (MCALLISTER *et al.*, 1990).

Figura 4 - Elétrons-micrografia de varredura de grânulo de amido após 24 horas (c) de incubação com *Ruminococcus amylophilus* 70, e grânulo de amido de trigo incubado por 72 horas com *S. bovis*. (MCALLISTER *et al.*, 1990).

3.2.1 Milho

Os grãos do milho são, geralmente, amarelos ou brancos, apresentando colorações que variam desde o preto até o vermelho. O peso individual do grão varia, em média, de 250 a 300mg e sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo. Conhecido botanicamente como uma cariopse, o grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta (Figura 5), as quais diferem em composição química e também na organização dentro do grão (PAES, 2006).

Figura 5 - Composição Anatômica do grão de milho e suas partes (BRITANNICA, 2006).

O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%), organizado na forma de grânulos. No endosperma estão também presentes as proteínas de reserva (8%) do tipo prolaminas, chamadas zeínas. Essas proteínas formam os corpos protéicos que compõem a matriz que envolve os grânulos de

amido dentro das células no endosperma. Com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína, o endosperma é classificado em dois tipos: farináceo e vítreo. No primeiro, os grânulos de amido são arredondados e estão dispersos, não havendo matriz proteica circundando essas estruturas, o que resulta em espaços vagos durante o processo de secagem do grão, a partir dos espaços onde antes era ocupado pela água, durante o desenvolvimento do grão. Por outro lado, no endosperma vítreo, a matriz proteica é densa, com corpos protéicos estruturados, que circundam os grânulos de amido de formato poligonal, não permitindo espaços entre estas estruturas (PAES, 2006).

A denominação vítreo/farináceo refere-se ao aspecto dos endospermas nos grãos quando sujeitos à luz. No endosperma farináceo, os espaços vagos permitem a passagem da luz, conferindo opacidade ao material. De forma oposta, a ausência de espaços entre os grânulos de amido e a matriz proteica promove a reflexão da luz, resultando em aspecto vítreo ao endosperma observado nessas condições. Esta propriedade tem sido aplicada para a identificação de materiais duros e farináceos, embora a vitreosidade e a dureza sejam propriedades distintas. O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra quase a totalidade dos lipídeos (óleo e vitamina E) (83%) e dos minerais (78%) do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas (26%) e açúcares (70%) (SHOTWELL e LARKINS, 1989). Os constituintes podem variar conforme a região do grão (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagem dos constituintes em matéria seca indicados nas estruturas físicas específicas do grão de milho.

Fração	%	Amido (%)	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Minerais (%)	Açúcares (%)	Fibras (%)
Endosperma	82	98	15,4	74	17,9	28,9	
Gérmen	11	1,3	82,6	26	78,4	69,3	12
Pericarpo	5	0,6	1,3	2,6	2,9	1,2	54
Ponta	2	0,1	0,8	0,9	1,0	0,8	7,0

Fonte: Paes (2006)

A qualidade do grão associa-se à sua constituição física, determinando assim sua dureza e textura e, em relação a sua composição química defini seu valor nutricional e suas propriedades tecnológicas (INTA-BACARCE, 2008). O termo dureza do grão de milho é utilizado em relação a sua composição física dos grãos, em relação à textura do endosperma (ECKHOFF; PAULSEN, 1996), sendo a dureza e a força dos grãos, propriedades que devem

ser levadas em consideração no cultivo dos grãos pelos produtores (POMERANZ *et al.*, 1984). Além disso, foi verificado por González *et al.* (2005) que amostras com endosperma predominantemente duro apresentavam maiores teores proteicos. O endosperma é constituído por grânulos envolvidos pela matriz proteica, onde grãos com arranjos mais compactos tendem a ser duros, apresentando assim, valores protéicos elevados e teores de amilose diminuídos (NARVÁES-GONZÁLEZ *et al.*, 2006).

O milho é um alimento energético importante em dietas para ruminantes, principalmente pelo seu alto teor de amido e elevada digestibilidade (CAÇÃO *et al.*, 2012). Em relação à composição química do amido, constatou-se o valor de amido presente no milho variando entre 67% e 72%, em diferentes cultivares (EARLE *et al.*, 1946 citado por DUARTE *et al.*, 2008).

Há importância da manipulação de fontes energéticas no que se diz respeito à nutrição animal, a fim de otimizar a relação entre eficiência biológica e econômica, nota-se que as fontes de amido mais comumente utilizadas são os grãos de cereais, encontrando-se no milho, aproximadamente 70% de amido na matéria seca (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986). Os híbridos de milho disponíveis no mercado são diferentes em sua composição bromatológica e características físicas, podendo influenciar em seu consumo. Em relação às características dos grãos, estes podem ser classificados quanto à aparência dos grãos (textura) como duro, dentado, semidentado ou semiduro, sendo a vitreosidade, um parâmetro importante para avaliar com maior precisão a textura do grão, em virtude de estar relacionada com a quantidade de endosperma vítreo e farináceo (CAÇÃO *et al.*, 2012). De acordo com Corrêa *et al.* (2003) o milho cultivado no Brasil é predominantemente de textura dura, e mais propenso a redução na digestibilidade do amido em situação de colheita tardia para silagem em relação aos híbridos dentados.

Assim, a constituição do grão de milho, como sua dureza, características do pericarpo e arranjo da estrutura das moléculas do amido, podem influenciar o desempenho e o comportamento ingestivo dos animais (CAÇÃO *et al.*, 2012). A digestão de amidos de milho e sorgo no trato digestivo total de bovinos ocorre em média 80% no rúmen (OWENS *et al.*, 1986).

3.3 Dietas de alto concentrado

A utilização do MGI em confinamentos é utilizada desde a década de 70 nos EUA, sendo adotada recentemente pelo Brasil, assim como na América do Sul, especificamente na Argentina. Devido às secas contínuas que assolaram parte da Argentina, onde o milho de baixo custo e abundante, a falta de possibilidade de produção de volumosos e peso vivo final ao abate inferior a 360 kg resultaram no confinamento de animais de tenra idade e baixo peso (bezerros pesando 90 kg) objetivando a melhoria de conversão alimentar, sem emprego de processamentos do milho (GRANDINI, 2009).

Segundo Owens e Zinn (2005) o processo de moagem do milho grão acarreta a melhora da digestibilidade do amido no trato total, assim como o resultado positivo de eficiência alimentar. O MGI deve ser submetido ao processo de moagem em partículas finas, devido ao fato de partículas maiores e hidrofóbicas resistem ao ataque microbiano ruminal, assim como ao ataque enzimático intestinal. Entretanto, partículas finas em demasia são rapidamente fermentadas no rúmen, o que pode ocasionar acidose, caso não haja a presença de volumosos em quantidades suficientes na dieta.

Quando dietas compostas de MGI, são oferecidas com baixa quantidade de volumoso, possibilita a retenção dos grãos no rúmen, com o intuito de serem ruminados e fermentados posteriormente, resultando grande parte das vezes em EA superior, quando se comparado à dieta com milho laminado, sendo esta normalmente fornecida junto a quantidades superiores de volumoso. Há importância no grau de separação das partículas de volumosos em relação aos grãos inteiros; grãos separados que se instalam no rúmen não são ruminados, grãos de milho intactos não são digeridos, em qualquer sítio de digestão (OWENS e ZINN, 2005).

Em estudo envolvendo grupos genéticos (4 baias com 5 novilhos castrados/baia para cada grupo genético), nos quais participaram novilhos Angus (*Bos taurus*) e Brahman (*Bos indicus*) castrados, foram alimentados até a terminação (adaptados por 21 dias a dieta com 89% de concentrado baseada em milho grão floculado) tendo como material coletado as glândulas pituitárias e outros tecidos no abate. Novilhos Angus consumiram em média diariamente 1,68 kg mais matéria seca ($P=0,004$), apresentaram maior ganho de peso diário ($P = 0,05$; 1,53 vs. 1,28 kg/dia), eficiência alimentar inferior ($P=0,05$; 6,13 vs. 5,67), classificação da carcaça superior ($P=0,05$), assim como a maciez de carne superior ($P = 0,04$), em relação aos novilhos Brahman (BROWN e MILLEN, 2009).

Em estudo conduzido por Gorocica-Buenfil e Loerch (2005) correlacionando a idade, com o intuito de determinar, o efeito da idade de bovinos e nível de forragem na dieta utilizando MGI ou triturado em confinamento, onde as idades avaliadas foram animais desmamados com 254 kg e de um ano com 477 kg. O GPD, a EA, o rendimento e classificação de carcaça, não foram afetados pelo processamento do milho. Animais com menos tempo na alimentação desempenharam-se de maneira mais efetiva quando alimentados com milho triturado, enquanto que os com mais tempo na alimentação obtiveram maior ganho de peso diário e conversão alimentar, quando alimentados com milho integral. Para as dietas de baixa forragem, bovinos alimentados com milho integral ganharam peso 6% mais rápido do que aqueles alimentados com milho triturado. Ao serem alimentados com dietas de alta forragem e alimentação de milho integral, o ganho de peso diário foi 6,1% menor.

3.4 Dieta de grão inteiro no sistema de confinamento

Para que ocorra corretamente o controle e gerenciamento de custos de produção, índices como EA e CA, assim como o GPD, devem ser mensurados, principalmente quando o manejo é implantado em animais que não possuem potencial para altos ganhos de peso (SILVA *et al.*, 2002). De acordo com Rodrigues *et al.* (2007) é obtido aumento da velocidade de ganho de peso no sistema de confinamento, reduzindo a idade de abate dos animais.

Dentro deste contexto de sistema de produção, deve ser avaliado o aumento de produtividade da propriedade, diluição de custos, liberação das áreas de pastagens, além do emprego de novas tecnologias (HENRIQUE *et al.*, 2007).

O mérito do processamento de grãos tem sido avaliado por diversos pesquisadores, onde dados relatados e princípios históricos limitariam a utilização do milho grão inteiro em dietas no sistema de confinamento, sendo o milho um dos nutrientes de maior importância para terminação de bovinos de corte devido o seu aporte energético, consistindo em um dos alimentos tradicionais mais empregados para suprir as demandas energéticas dos animais (GOROCICA-BUENFIL e LOERCH, 2005). Lee *et al.* (1982) relata que dietas baseadas em MGI (milho grão inteiro) e MFV (milho floculado a vapor) são utilizadas em confinamentos há muitos anos, sendo que o MGI acarreta um desempenho superior ou igual ao MFV em dietas totalmente concentradas. Concluiu que a substituição de 25% de MFV em dieta de MGI, não sendo observada qualquer influência no desempenho dos animais.

A digestão eficiente de grãos de cereais por microrganismos ruminais requer a adaptação das enzimas fibrolíticas, proteolíticas e amilolíticas. Embora a produção de amilase microbiana seja aumentada quando grãos de cereais são fornecidos, o nível nas quais estas enzimas digerem o amido depende da resistência do carboidrato estrutural e barreiras proteicas para a digestão microbiana. O principal componente energético do grão de milho é o amido, que, nos ruminantes, pode ser fermentado no rúmen ou no intestino grosso ou digerido enzimaticamente no intestino delgado (HENRIQUE *et al.*, 2007), enquanto Galyean *et al.* (1979) afirma que a digestão do amido no intestino é geralmente baixa, particularmente para grãos triturados. Assim, a alteração na semente integral, pela mastigação mostra-se necessária para maximizar a digestão total do amido. Segundo Graig *et al.* (1984), por ser o carboidrato a maior fonte de energia dos microrganismos presentes no rúmen, a redução na digestibilidade ruminal de carboidratos potencialmente degradáveis diminuiria o suprimento de proteína microbiana ao intestino delgado.

Sob determinadas condições, o aumento do aporte de amido no intestino delgado, apresenta-se benéficamente (NOCEK e TAMMINGA, 1991). Embora a alimentação de MGI ou quebrado grosseiramente diminua a digestibilidade do amido do rúmen, quando comparada com o milho triturado finamente, a maior partícula do milho pode não ser enzimaticamente digerida no intestino delgado. No entanto, a passagem de maiores partículas de milho através do trato intestinal é acelerada, diminuindo assim a digestão no trato total. O fato de que a concentração ótima de ácidos graxos voláteis (AGV) no sangue e intestino difere conforme a qualidade do alimento pode ser devido à diferença na condição da absorção e utilização de AGV entre os alimentos (KETELAARS e TOLKAMP, 1992). Além da estrutura física dos alimentos deve ser considerada quando se deseja otimizar a ração. Para alcançar maiores níveis produtivos, torna-se necessário elevar de forma substancial do fornecimento de concentrados, pois os volumosos, de forma geral, não apresentam níveis suficientes de nutrientes necessários para maximizar a produção (SILVA *et al.*, 2002).

De acordo com Gorocica-Buenfil e Loerch (2005) a falta de resposta da digestibilidade da dieta e desempenho de bovinos em relação ao consumo de milho processado, demonstra que o custo adicional de moagem do milho pode não ser justificado, assim como o período de tempo da alimentação em confinamento. Visto que, benefícios do processamento do milho dependem do período de tempo em confinamento. Em relação ao desempenho de bovinos terminados no sistema de confinamento, o local e a dimensão da digestão do amido no trato gastrointestinal podem ser influenciados pelo tamanho da partícula de milho (WALDO, 1973;

GALYEAN *et al.*, 1979) assim como o nível de forragem da dieta (VANCE *et al.*, 1972; COLE *et al.*, 1976).

Resende *et al.* (2001) avaliaram dietas experimentais com a proporção de volumoso: concentrado de 85:15; 70:30; 55:45; 40:60 e 25:75. Com níveis decrescentes de FDN de 65,9; 56,4; 47,5; 38,9; e 30,1%, respectivamente, na base da MS. Os autores concluíram que os níveis de concentrado na dieta afetaram a ingestão dos nutrientes, observando-se resposta quadrática, em função do aumento dos níveis de concentrado na dieta.

Ramirez *et al.* (1985) conduziram três experimentos, onde foram avaliadas dietas de acabamento, onde estas continham 67% MFV, MIV e MGI. Concluíram então, a melhor eficiência alimentar dos indivíduos alimentados com MFV (5,06 kg de MS/kg de ganho) em relação aos alimentados com MGI (5,62) e MIV (5,79) (Ramirez *et al.*, 1985). Segundo Reinhardt *et al.* (1998), a restrição de milho integral durante a fase de crescimento em sistema de terminação acarretaria taxa de crescimento diminuída em relação ao sistema de regime alimentar restrito com MFV.

Em relação ao manejo alimentar, determinadas situações prevalecem nos confinamentos, acarretando a variação no consumo alimentar, destacando-se: a quantidade inicial fornecida aos animais no período de adaptação, como a distribuição gradual da dieta de alto concentrado; mudanças nas condições ambientais; longos períodos de fornecimento da dieta de acabamento; animais famintos por falhas ou alterações na alimentação; individualidade animal (ELAM, 1976).

A diversidade na habilidade de animais para lidar com grão ingerido é evidente, e esta diferença relaciona-se a manutenção da população de protozoários no rúmen. Quantidades de protozoários alcançam um pico entre 60 e 70% em dietas de alto concentrado, enquanto o número de bactérias utilizadoras de lactato, geralmente aumenta de maneira mais acentuada após 2 a 7 dias, em dietas que com quantidade superior a 70% de concentrado (BROWN *et al.*, 2006).

3.4.1 Utilização de Minerais Orgânicos e Aminoácidos

A concentração e a biodisponibilidade do elemento devem ser levadas em consideração na avaliação dos alimentos e suplementos nutritivos. A biodisponibilidade diz respeito às formas como os minerais podem ser absorvidos no intestino e utilizados pelas células e tecidos animais (UNDERWOOD, 1981). Os minerais estão envolvidos diversas vias metabólicas do organismo animal, em funções essenciais além da importância na *performance*

reprodutiva, na manutenção do crescimento, no metabolismo de energia, no sistema imune entre outras funções fisiológicas, como também com a finalidade do aumento da produtividade animal (LAMB *et al.*, 2008).

Os minerais obtidos pelos ruminantes são em sua totalidade inerentes da ingestão de alimentos, visto que, os ruminantes não sintetizam elementos minerais (JUNIOR *et al.*, 2005).

No final da década de 1980, surgiram os minerais orgânicos ou quelatados. Estes, por sua vez apresentam vantagens sobre a forma convencional de mineralização na nutrição dos ruminantes, por apresentarem absorção elevada, apresentar-se mais biodisponível e menos tóxica. Além disso pode não haver reação antagonista entre esta classe com outros minerais ou determinados nutrientes – gorduras e/ou fibras – da dieta. De maneira geral tratam-se de compostos produzidos através da quelação, sendo esta uma ligação entre metais e aminoácidos. Sendo assim, definem-se por íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica, formando estruturas únicas de estabilidade e de alta disponibilidade mineral (PEIXOTO *et al.*, 2005). A palavra "quelatos" vem do grego "*chele*" tendo como significado "*garra*", sendo este um termo que descreve a maneira na qual íons metálicos polivalentes são ligados a compostos orgânicos ou sintéticos (MELLOR, 1964).

Os elementos minerais quelatados, segundo Ammerman e Henry (1994) mostraram biodisponibilidade maior ou igual àqueles na forma de sulfato ou óxido. A biodisponibilidade se refere ao valor de outro elemento considerado como padrão, comparativamente (ROSA, 1985). Segundo Ashmead (1993) os minerais na forma inorgânica ionizam-se no estômago, sendo absorvidos pelo duodeno posteriormente, determinados pelo pH ácido.

Segundo Spears (1989) complexos orgânicos aumentaram o desempenho, assim como a qualidade de carcaça, quando comparados aos animais suplementados com formas inorgânicas.

3.4.1.1 Zinco

Constituinte de várias metaloenzimas está envolvido em reações enzimáticas associadas com a síntese proteica e o metabolismo de carboidratos e ácidos nucleicos. O zinco está envolvido em vários processos metabólicos, tendo maior facilidade de se inter-relacionar, quando comparados aos que estão envolvidos numa simples ou única função (DYER, 1969).

O zinco está presente no metabolismo de mais de setenta enzimas (MCDONALD, 2002). Tendo o rúmen como local de absorção (NRC, 2001). É armazenado no tecido hepático, sendo excretado em maior quantidade pelas fezes de acordo com as necessidades do próprio animal (MCDOWELL, 1992).

A absorção do zinco pode ser exercida pela interação com outros minerais, como o cobre, ferro e cálcio (MCDOWELL, 1992). A deficiência de zinco pode acarretar em redução da ingestão de MS, assim como na taxa de crescimento (NRC, 2001).

Com a deficiência de zinco, notou-se a queda da eficiência alimentar, além de afetar diretamente as enzimas proteolíticas na degradação de proteína muscular, reduzindo assim o crescimento (ENGLE *et al.*, 1997).

Foi relatado por Andrigueto *et al.* (1983) que o zinco na forma pura apresenta eficiência inferior, em relação a forma quelatada. Tem-se como objetivo do desenvolvimento de minerais orgânicos ou quelatados, a absorção a nível intestinal (MORAES, 1998). A suplementação com aminoácidos livres com quantidades fisiológicas não obtém sucesso, pelo fato de serem degradados rapidamente pelo rúmen (PATTERSON e KUNG, 1988). A inibição da absorção na forma inorgânica se dá por fatores como o pH do meio, além de a interação com outros minerais, podendo assim ocasionar interações antagônicas. Neste caso, tem-se como exemplo a interação competitiva entre zinco e cobre, pois, ambos necessitam de metionina para que ocorra a sua absorção (REDDY, 1992).

3.4.1.2 Colina

A colina é sintetizada endogenamente e não há evidências de que haja um cofator enzimático presente em sua síntese. Além disso, ao contrário de outras vitaminas hidrossolúveis, é difícil identificar uma síndrome de deficiência de colina em mamíferos saudáveis devido à sua inter-relação com metionina. A colina e a metionina interagem entre si em relação à doação de radicais metil (PINOTTI *et al.*, 2002; PIRES e GRUMMER, 2008).

A colina livre, a acetilcolina e a colina contendo fosfolipídios são amplamente distribuídas em plantas, tecidos animais e alimentos de origem animal (COOKE *et al.*, 2007). É altamente degradada no rúmen (SANTOS, 2009), sendo que, apenas uma mínima parte atinge o trato digestivo inferior, sendo assim absorvida. Desta forma, assume-se que esta deve ser

protegida, afim de que haja absorção, devido a alta degradabilidade ruminal (PINOTTI *et al.*, 2002).

A colina é responsável pela síntese de fosfolipídios, entre eles a fosfatidilcolina, componente dos sais biliares, que desempenha papel importante na absorção intestinal de lipídios da dieta e na absorção de nutrientes lipossolúveis. A fosfatidilcolina representa cerca de 80% de lipídios totais da bile e, uma vez que a síntese da fosfatidilcolina é prejudicada em deficiência de colina, o resultado é uma diminuição da secreção de sais biliares e digestibilidade de lipídios (PINOTTI *et al.*, 2002).

A colina também é capaz de aumentar a ingestão de MS (LIMA *et al.*, 2007) O mecanismo pelo qual a colina influencia a ingestão de MS ainda não é conhecido, mas assumindo que a colina tem impacto direto sobre a redução do risco de cetose e esteatose hepática, espera-se que o aumento de apetite em animais suplementados com colina (SANTOS, 2009).

3.4.1.3 Metionina

A metionina foi relatada por Silva (2002) como um dos principais aminoácidos limitantes para bovinos em crescimento, no momento em que a síntese de proteína microbiana foi essencialmente a única fonte proteica. Levando em consideração que a fonte de proteína é de grande importância, estando diretamente relacionada ao balanço de aminoácidos limitantes.

Ainda são pouco concludentes, além de serem muito restritos os conhecimentos sobre a limitação e inclusão de níveis de aminoácidos para ruminantes em situações distintas de produção, sendo a falta de dados ainda um entrave na determinação sobre os efeitos dos aminoácidos utilizados na nutrição de ruminantes, tal como é possível realizar na nutrição de monogástricos (ALVES, 2004).

Existem duas alternativas para atender as exigências de aminoácidos de bovinos, sendo elas: balanceamento com alimentos que apresentam aminoácidos disponíveis para absorção intestinal; outra opção é a utilização de aminoácidos protegidos (ALVES, 2004).

Buttery e D'Mello (1994) concluíram que a metionina é o principal aminoácido limitante correlacionado ao crescimento em bovinos. Santos (2006) constatou que a concentração de zinco foi aumentada com a suplementação zinco-metionina, avaliando

desempenho superior em bovinos confinados. Basicamente, dietas baseadas em forragens, por serem naturalmente deficientes em determinados aminoácidos, apresentaram respostas significativas à suplementação de metionina (HERSOM *et al.*, 2009).

De acordo com Patterson e Kung (1988), os hidróxi-análogos de metionina apresentam dois mecanismos de ação: a resistência à degradação ruminal, aumentando assim, a disponibilidade tecidual; alteração do metabolismo ruminal por maior tempo, devido a sua menor disponibilidade.

Foi constatada por Silva (2002) a estimativa de exigências líquidas de aminoácidos de bovinos da raça Nelore castrados que a metionina está entre os aminoácidos de maior limitância em bovinos em crescimento, quando a proteína microbiana foi a única fonte proteica essencialmente.

Não é evidentemente claro o por que existem diferentes respostas em relação à suplementação com metionina em bovinos em crescimento (MERCHEN e TITGEMEYER, 1992).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo – FZEA/USP, em Pirassununga, SP. O município de Pirassununga está situado a 21° 59' de latitude Sul e 47° 26' de longitude Oeste e a uma altitude de 634 metros.

Foram utilizados trinta e seis novilhas de raça Nelore, com idade de vinte e quatro meses, e média de peso de 244 ± 24 kg em fase de terminação. Os animais foram alocados em confinamento em baias com dois animais, sendo utilizados 18 animais por tratamento, mas nove baias.

Foi utilizada a dieta descrita na Tabela 2, sendo os tratamentos descritos na Tabela 3. Durante o período de adaptação, os animais foram alimentados com a mesma dieta, porém com quantidade restrita, iniciando com 1,6% do peso vivo, aumentando gradativamente até atingir o consumo *ad libitum* após 10 dias.

Tabela 2. Composição percentual da dieta na matéria seca.

Ingredientes	Controle	Minerais Orgânicos
Pellet	15,0	15,0
Milho grão inteiro	85,0	85,0

Tabela 3. Níveis de garantia de elementos ativos por kg de produto utilizado nos tratamentos controle e mineral orgânico, respectivamente.

Ingredientes	Tratamento controle	Minerais orgânicos
BHT	22 mg	22 mg
Cálcio (Min/Máx)	30/40 g	34g/35g
Cobalto (Mínimo)	10 mg	10 mg
Cobre (Mínimo)	68,9 mg	68,9 mg
Colina (Mínimo)		1.667 mg
Enxofre (Mínimo)	3.600 mg	3.600 mg
Extrato etéreo (Mínimo)	10 g	10 g
FDA (Mínimo)	300 g	300 g
Flúor (Máximo)	14 mg	14 mg
Fósforo (Mínimo)	1.400 mg	1,400 mg
Iodo (Mínimo)	2,58 mg	2,58 mg
Magnésio (Mínimo)	1.868 mg	1.868 mg
Manganês (Mínimo)	300 mg	300 mg
Matéria fibrosa (Máximo)	100 g	100 g
Matéria mineral (Máximo)	300 g	300 g
Metionina (Mínimo)		4.000 mg
Potássio (Mínimo)	26 g	26 g
Proteína bruta (Mínimo)	300 g	300 g
NNP *	1.175 g	117,5 g
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,0162x10 ⁷ ufc/kg	0,0162 x 10 ⁷ ufc/kg
Selênio (Mínimo)		1 mg
Sódio (Mínimo)	6.700 mg	6.700 mg
Tamponante	13,2 g	13,2 g
Umidade (Máxima)	100 g	100 g
Virginiamicina	134 mg	134 mg
Vitamina A (Mínimo)	6.500 UI	6.500 UI
Vitamina E (Mínimo)	30.35 UI	30.35 UI
Zinco (Mínimo)	207 mg	207 mg
Zinco orgânico (Mínimo)		24.37mg

* equiv. Proteína (Máximo)

A alimentação foi realizada duas vezes ao dia às 8h e às 16h e as sobras foram retiradas diariamente, pesadas e amostradas para determinação da matéria seca. O cálculo de ingestão de matéria seca foi realizado pela diferença entre oferecido e sobra com base na matéria seca. Também foi calculado a eficiência alimentar pela relação entre o ganho de peso e o consumo de matéria seca. Os animais foram pesados a cada 21 dias sem jejum. Em cada pesagem também foram realizadas avaliações por ultrassonografia para determinação da área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea entre a 12ª e a 13ª costelas e espessura de gordura na garupa. Os mesmos foram abatidos quando a média da espessura de gordura, avaliada por ultrassom superou 4 mm, o que ocorreu após 86 dias de confinamento. O abate foi realizado em frigorífico comercial na cidade de Piracicaba - SP conforme práticas normalmente estabelecidas e obedecendo a legislação federal (SIF).

4.1 Determinação de AGCC

Após o abate foram colhidas amostras de líquido ruminal para determinação de AGCC, sendo que as concentrações de AGCC no fluido ruminal foram medidas por cromatografia em fase gasosa (GC-2014, Shimadzu, Japão), através de uma coluna capilar (Stabilwax ®, Restek, EUA) a 145°C (isotérmica) e um injetor split/splitless e detector dual FID a 250°C, utilizando o método descrito por Erwin *et al.* (1961), adaptado por Getachew *et al.* (2002). Hélio foi utilizado como gás de arraste, o ar sintético como comburente e o hidrogênio como combustível. As amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e centrifugadas a $14500 \times g$ durante 10 min. O sobrenadante (800 ul) foi transferido para um frasco seco e limpo com 200 ul de ácido fórmico 98-100% PA ACS e 100 uL do padrão interno (ácido 2-etil-butírico 100 mM, Chemservice, USA). O padrão externo foi preparado com ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, isovalérico e valérico (Chemservice, USA). O software GCSolution ® (Shimadzu, Japão) foi utilizado para os cálculos.

4.2 Abscessos hepáticos

Após o abate, os fígados foram classificados de acordo com a severidade dos abscessos (AH) em escala de 0 a 3 (BRINK *et al.*, 1990). De acordo com esta classificação, os fígados sem abscessos receberam nota 0, os fígados com um ou dois abscessos menores que 2,5cm de diâmetro ou que apresentem cicatrizes de abscessos recebem nota A- = 1, os fígados com dois a quatro abscessos ativos menores que 2,5cm de diâmetro recebem nota A = 2 e os fígados com um ou mais abscessos maiores que 2,5cm de diâmetro e porções do diafragma aderido à sua superfície receberam nota A+ = 3.

4.3 Índice de ruminite

Para avaliar o índice de ruminite, logo após o abate e evisceração, os rúmens foram isolados dos outros compartimentos do estômago, abertos, lavados em água corrente e examinados. As papilas ruminais foram classificadas visualmente, conforme a incidência de lesões numa escala de escore de 0 a 10, seguindo a metodologia proposta por Bigham e McManus (1975), em que cada ponto de escore representa 10% do rúmen comprometido. Foi considerada incidência de ruminite qualquer classificação acima de zero. Como é uma classificação visual e, portanto subjetiva, a avaliação foi realizada por uma pessoa treinada.

4.4 Morfologia das papilas do rúmen

Para a avaliação morfológica das papilas do rúmen, foi coletado um fragmento de aproximadamente 3 cm² da região do saco cranial de cada rúmen e estes foram imediatamente imersos em frascos contendo solução de tampão fosfato (PBS = 0,790g de NaCl; 0,223g de Na₂HPO₄; 0,0524g de NaH₂PO₄; H₂O qsq 100 mL) 0,1 M, pH 7,4 e resfriados para preservar ao máximo as características biológicas. Após este procedimento, os fragmentos em PBS foram acondicionados em caixas isotérmicas com gelo e transportados ao laboratório. Neste local, retirou-se o tecido conjuntivo excedente dos fragmentos para possíveis mensurações morfológicas (RESENDE JÚNIOR *et al.*, 2006).

As variáveis morfológicas avaliadas foram: número de papilas/cm² presentes em cada fragmento, área média das papilas, % área papilar e superfície total de absorção por cm² de parede. O número total de papilas, em todo o fragmento, foi mensurado por três avaliadores e o número médio foi determinado para cada animal. Posteriormente, a base dos fragmentos e as doze papilas seccionadas aleatoriamente, na base, por meio de uma tesoura foram digitalizados através de scanner. A área da base do fragmento (face parietal) e a área das papilas foram estimadas através do programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (RESENDE JÚNIOR *et al.*, 2006).

Assumiu-se a área da base de cada papila como um valor médio de 0,002 cm² (0,02cm x 0,1cm). A área epitelial total (cm²) foi calculada pela soma da área da base do fragmento mais a área total das papilas subtraída da área de base das papilas (DANIEL; RESENDE JÚNIOR; CRUZ, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados bromatológicos da dieta fornecida.

Tabela 4. Composição bromatológica das dietas em (%), considerando os diferentes tratamentos.

	MS	FDA		EE	PB
		FDN			
Controle	87,5	23,11	35,63	4,3	15,50
Minerais Orgânicos	87,5	22,50	34,85	4,1	15,43

A estatística descritiva das características avaliadas está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização das novilhas Nelore utilizadas no experimento.

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Peso inicial, kg	244,7	24,1	204	279
Peso final, kg	329,8	21,7	287	361
Ingestão de matéria seca, kg/dia	6,0	0,84	4,3	7,5
Ganho médio diário, kg	0,996	0,27	0,58	1,39
Eficiência alimentar, kg GDP/kg MS	0,166	0,03	0,106	0,217
Peso de carcaça quente, kg	174,7	10,5	149,3	108,8
Rendimento de carcaça quente, %	52,5	1,4	49,9	54,8

Os resultados de Consumo de Matéria Seca (CMS), Ganho de Peso Diário (GPD) e Eficiência Alimentar (EA), estão apresentados na Figura 6 e Ganho de peso por períodos na Figura 7, não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$). Apesar da alta ingestão de milho os animais não apresentaram sinais de acidose, provavelmente em função da utilização do grão integral. Os animais apresentaram eficiência alimentar satisfatória, por serem novilhas em confinamento, assim como relatado por (MARQUES *et al.*, 2000). Porém, segundo Langwinsk (2002), o consumo de minerais orgânicos aumentou o CMS em relação ao grupo controle, o que não foi observado no presente experimento.

Figura 6 - Consumo de matéria seca por dia (CMS); Ganho de peso diário (GPD) e Eficiência alimentar (EA) em função dos tratamentos.

A Figura 7. demonstra o ganho de peso em relação aos períodos, em dias, em que os animais foram submetidos à dieta.

Figura 7 - Média de ganho de peso diário em função do tempo, de acordo com os tratamentos.

Não houve diferença entre as novilhas que receberam as dietas controle ou com minerais orgânicos quanto ao ganho de peso, a ingestão de matéria seca ou a eficiência

alimentar (Tabela 6). Da mesma forma, não foi observado efeito dos tratamentos sobre o peso e rendimento de carcaça quente.

Beltame e Ueno (2011) encontraram valores semelhantes de GPD e CA ao confinarem machos inteiros mestiços Charolês em dieta exclusiva com milho grão inteiro. Grandini (2009) relata que os requerimentos energéticos para ganho e manutenção têm em suas equações o coeficiente de metabolizabilidade como indicativo de eficiência no aproveitamento da energia ingerida, estando relacionada à concentração energética da dieta, sendo assim quanto maior a concentração energética da dieta, mais eficiente ela se torna, por conseguinte menor a ingestão necessária para o mesmo ganho de peso.

Tabela 6. Médias, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características de desempenho de acordo com o tratamento.

Característica	Tratamento		EPM	Pr>F
	MO	Controle		
Peso inicial, kg	244,2	245,1	8,27	0,9404
Peso final, kg	329,0	330,7	7,45	0,8762
Ingestão de matéria seca, kg/dia	5,7	6,2	0,28	0,2195
Ganho médio diário, kg	0,980	1,012	0,09	0,8066
Eficiência alimentar, kg GDP/kg MS	0,169	0,163	0,01	0,6989
Peso de carcaça quente, kg	176,1	173,4	3,58	0,6093
Rendimento de carcaça quente, %	52,9	52,0	0,45	0,1534

MO = tratamento com minerais orgânicos; EPM = erro padrão da média

Em relação à incidência de ruminite, número de papilas, área papilar e superfície de absorção, não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7. Médias, erro padrão da média e probabilidades das características ruminais de acordo com o tratamento.

Característica	Tratamento		EPM	Pr>F
	MO	Controle		
Incidência de Ruminite	0,16	0,12	8,27	0,50
Número de papilas/cm ²	60,3	64,3	7,45	0,50
Área papilar, % da superfície de absorção	95,8	96,4	0,28	0,21
Superfície de absorção/cm ²	22,7	26,8	0,01	0,13

MO = tratamento com minerais orgânicos; EPM = erro padrão da média

Com relação aos abscessos hepáticos, foram observadas ocorrências nos dois tratamentos, com uma tendência ($P=0.08$) do grupo minerais orgânicos, apresentar uma maior frequência de abscessos com relação ao tratamento controle (Tabela 8).

Tabela 8. Frequência e severidade dos abscessos hepáticos nos animais alimentados com a dieta controle e com a dieta com Minerais Orgânicos (MO).

Classificação dos abscessos	Tratamento		Total
	MO	Controle	
0	5	10	15
1	8	7	15
2	3	1	4
3	1	0	1
Total	17	18	35

De acordo com Krause e Oetzel (2006), em dietas de regime alimentar *ad libitum* com alto grão, pode haver a redução do surgimento de lesões hepáticas, como abscessos, assim como evitar a acidose.

Semelhante ao observado para as demais características de desempenho, não houve diferença entre os tratamentos para a área de olho de lombo (Figura 8) e espessura de gordura subcutânea (Figura 9).

Entretanto, foi observado um efeito quadrático do tempo de confinamento sobre a área de olho de lombo ($P=0,0117$) e linear espessura de gordura subcutânea ($P=0,0238$) na região da 12ª costelas e quadrático para a espessura de gordura na garupa ($P=0,0403$).

Figura 8 - Área de olho de lombo avaliada por ultrassonografia, na região entre a 12ª e 13ª costelas, de acordo com o tratamento e tempo de confinamento.

Figura 9 - Espessura de gordura subcutânea, de acordo com o tratamento e tempo de confinamento.

Os valores de dados sanguíneos coletados do grupo controle e minerais orgânicos seguem na Tabela 9.

Foram mensurados parâmetros ácido-básicos sanguíneos como indicadores do estado metabólico de novilhas Nelore alimentadas com dietas de alto grão. Não foi observado efeito dos tratamentos dietéticos sobre nenhuma das variáveis analisadas.

O alto consumo de grãos por bovinos é frequentemente associado ao risco de sobrecarga ácida tanto no rúmen, como no sangue dos animais. Este quadro, denominado acidose, implica em elevadas perdas produtivas, além de representar ameaça à manutenção da vida dos animais.

No presente estudo, o pH sanguíneo situou-se acima de 7,35 (tabela 9) (C: 7,38; MO: 7,37), valor limite para o diagnóstico clínico de acidose (OWENS *et al.*, 1998). Apesar de não ter sido mensurado o pH ruminal, os mesmos autores postularam a relação próxima entre este e o pH sanguíneo, principalmente para dietas de alto grão.

A ausência de acidose metabólica no presente estudo é compatível com o uso do milho grão inteiro. De maneira geral, o processamento do grão aumenta a degradabilidade ruminal do amido (ZEBELI *et al.*, 2010), fato este associado ao maior efeito acidogênico da dieta (GONZÁLEZ *et al.*, 2012). Ademais, o elevado teor de PB nas dietas (15,32% na MS) pode ter resultado em aumento do tamponamento sistêmico via produção de amônia (BAILEY e DUFF, 2005).

Os valores de pCO_2 (C: 43,21; MO: 45,82 mm Hg) e de HCO_3^- (C: 26,08; MO: 27,35 mmol/L) encontram-se dentro da faixa de normalidade estabelecida por Radostitis *et al.* (2007). Castillo *et al.* (2009) encontraram valores superiores para pCO_2 (47,67 mm Hg) e HCO_3^- (32,22 mmol/L) durante a terminação de animais desafiados com dieta de alto grão tendo o milho como principal cereal em sua composição. Os autores concluíram que a utilização desta dieta não predispõe os animais à acidose metabólica.

A despeito de terem sido constatados, no presente estudo, valores para EB inferiores aos relatados por outros autores (CASTILLO *et al.*, 2007; CASTILLO *et al.*, 2009; BROWN *et al.*, 2000), estes foram positivos, indicando manutenção do equilíbrio ácido-básico nesses animais.

O lactato sérico foi inferior (C: 0,46; MO: 0,51 mmol/L) para ambos os tratamentos dietéticos quando comparados ao relato de Brown *et al.* (2000) em estudo com animais mestiços Hereford x Angus diagnosticados com acidose metabólica subclínica (0,6 mM). Entretanto, foi superior ao encontrado por Castillo *et al.* (2009) ($0,38 \pm 0,02$ mmol/L) quando utilizando o milho como principal cereal em dietas de alto grão.

Dietas baseadas em concentrados resultam em valores de 5,5 a 6,5, sendo a digestão da celulose inibida quando o pH atinge valores inferiores a 6,0, o que pode prejudicar a digestibilidade da dieta (CAMPOS *et al.*, 2007).

De acordo com Mertens *et al.* (2007) a característica física da fibra torna-se crítica na tentativa de definir o limite mais baixo aceitável para a proporção de volumoso: concentrado em rações.

Bartle *et al.* (1994) concluíram que o aumento da inclusão de forragem na dieta incrementou o consumo de matéria seca. O ganho de peso foi inversamente proporcional ao aumento do nível de forragem; houve pouca diferença, entre 10 e 20% de equivalente forragem (0,01 kg/dia) e grande queda no ganho de peso entre 20 e 30% de equivalente forragem (0,07 kg/dia). A eficiência de ganho diminuiu linearmente à medida que o conteúdo de forragem aumentou.

Leal *et al.* (2007) ao avaliarem alcalinizantes de tampões metabolizáveis em bovinos, verificaram que o pH ruminal foi elevado nos bovinos tratados com propionato, na primeira hora, porém após a oitava hora ele foi acentuadamente diminuído.

Segundo Suttle (1994), não há evidência de que complexos quelados sejam superiores aos inorgânicos, assim como Peixoto *et al.* (2005) evidencia-se que a quelação apresente índices superiores quanto a concentração tecidual de determinados elementos, cuja captação seja conduzida de acordo com a necessidade, como o zinco, podendo indicar apenas um desvio do mecanismo homeostático, desta forma, não fornece provas de efeito benéfico nutricional.

Peixoto *et al.* (2005) atenta que, os compostos quelados são bem menos tóxicos que os minerais apresentados na forma inorgânica. Também chama atenção quanto a homogeneização dos mesmo, no preparo mineral, atentando-se também ao custo elevado evidentemente.

Não foi verificado efeito dos aditivos em promover estabilidade no pH do líquido ruminal principalmente no tempo zero das dietas de alto nível de concentrado avaliadas, sendo posteriormente verificado possível contribuição dos aditivos avaliados, pois os valores de pH estiveram em faixa próxima ao adequado para bom crescimento microbiano.

Orskov (1986), relata que a diminuição do pH ruminal ocorre, principalmente, após a ingestão de maneira rápida de alimento, devido a rápida taxa de fermentação de açúcares e ácidos orgânicos. Relata, ainda, que a alimentação com grãos de cereais moídos resulta em distúrbios, dentre os quais, encontram-se a inadequada secreção de saliva para manter o pH entre 6 e 7 e a inadequada estrutura física para estimular a mobilidade ruminal em dietas com elevadas quantidades de grãos.

De acordo com Belini (2011), avaliando dietas de alto concentrado com utilização de aditivos, o milho grão inteiro na nutrição de ruminantes possivelmente retarda a digestão do

amido, contribuindo assim para a motilidade ruminal. Também relatou o quadro de timpanismo durante sua coleta de dados, fato não observado neste experimento.

Tabela 9. Mensuração dos dados sanguíneos do grupo controle, em relação aos períodos coletados.

	Grupo Controle		Grupo Minerais Orgânicos			
	PI ¹	PF ²	PI	PF	EPM	Pr>F
pH	7,34 ±0,08	7,40±0,08	7,36±0,04	7,40±0,05	0,18	67,26
pCO₂	48,20±11,10	43,43±6,27	43,60±5,53	42,8±5,84	2,06	0,1558
pO₂	26,72±4,89	26,76±4,07	27,83±8,15	25,25±4,59	0,07	0,7881
Beecf	0±3,42	2,77±2,96	0,27±3,45	2,11±2,99	0,01	0,9267
HCO₃	27,25±6,87	27,46±2,52	25,44±3,01	26,77±2,65	1,65	0,2026
TCO₂	27,16±3,20	28,77±2,57	26,83±3,11	28,05±2,74	0,59	0,4436
sO₂%	45,16±13,85	47,23±11,02	50,05±11,88	45,75±12,62	0,39	0,5333
Lactato	5,41±3,85	3,79±2,76	4,62±2,49	3,63±2,15	0,36	0,5518

¹PI: Período Inicial. ²PF: Período Final.

Tabela 10. Valores médios dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC) de ambos os grupos.

	Controle	Minerais Orgânicos	EPM	Pr>F
Acético mM	59,443	60,693	0,14	0,7096
Propiônico Mm	40,028	38,307	0,16	0,6926
Iso-butírico mM	1,661	1,563	0,03	0,8558
Butírico mM	16,373	12,701	1,83	0,1816
Iso-valérico mM	3,781	3,959	0,25	0,6175
Valérico mM	2,763	2,753	0,00	0,9739

No presente trabalho, não houve diferença significativa entre a proporção dos ácidos propiônico:acético, não houve diferença significativa entre o grupo controle e o grupo mineral orgânico (Tabela 10), sendo semelhante ao relatado por Pelegrino (2008) onde proporção molar típica de AGV, produzidos quando o animal alimenta-se basicamente de forragens, é

73:20:7 (acetato; propionato; butirato), comparado com 60:30:10 em misturas de concentrado e forragens e somente com concentrado nota-se uma relação 50:40:10. Vargas *et al* (2001) ao avaliar diferentes níveis de concentrados junto a ionóforos, concluiu que a relação acetato:propionato foi diminuída, elevando assim, os valores de propionato. Afirmou ainda que, a relação acetato:propionato tende a diminuir linearmente em função do nível de concentrado na dieta.

Resultados semelhantes ao presente trabalho foram obtidos por Del Claro *et al.*, (2013) suplementando bovinos Brangus em confinamento, com 2 mg/kg MS. Dessa forma, podemos afirmar que foi encontrado pouco efeito com a suplementação de antioxidante sobre a fermentação ruminal, e os efeitos encontrados não promovem alterações significativas em AGVs para justificativas plausíveis, uma vez que permanecem dentro dos limites considerados normais para bovinos em confinamento.

O aumento na concentração total dos ACCC e a redução na relação acetato:propionato era esperada, pois quando ocorre uma mudança de uma dieta estritamente volumosa para uma dieta com elevada proporção de concentrado, o crescimento das bactérias amilolíticas é favorecido, e estas bactérias tem como resultado da sua fermentação uma maior proporção de propionato, quando comparadas a dietas volumosas que favorecem as bactérias celulolíticas, que produzem uma maior proporção de acetato (FERNANDO *et al.*, 2010).

De acordo com Van Soest (1994), concentrações de PB acima de 7% não influenciam o consumo, porém provocam declínio na ingestão de MS nas dietas com menos de 7% de PB na matéria seca. Valadares *et al.* (1997a) que, ao avaliarem dietas contendo 7; 9,5; 12 e 14,5% de PB na MS, observaram consumo de MS da dieta contendo 7% de PB inferior ao dos demais níveis, que não diferiram entre si.

O consumo médio diário de MS obtido neste trabalho para a média de ambas as dietas, representaram 9% de PB total. Estes valores podem ser considerados baixos, o que pode justificar-se pelo tamanho dos animais (329,8 kg $\pm$ 21,7) utilizados neste experimento. A composição corporal, especialmente a porcentagem de gordura corporal, pode afetar a ingestão de alimentos, sobretudo quando o animal se aproxima da maturidade, uma vez que maior proporção de gordura é depositada.

As diferenças registradas pelos diferentes autores para essas variáveis podem ser atribuídas a variações relacionadas aos níveis proteicos utilizados, às raças, ao nível energético das dietas e à idade dos animais.

Baroni *et al.* (2010) afirmaram que a habilidade dos ruminantes em suprir suas necessidades nutricionais depende, principalmente, do conteúdo energético e proteico da

dieta, podendo assim ser utilizadas pela microflora ruminal ou escapar da fermentação ruminal, sendo utilizados nos outros compartimentos do trato intestinal. As digestões ruminal e pós-ruminal dependem da concentração total além da sincronia entre carboidratos e proteínas na dieta e de suas taxas de degradação.

Mateus (2013) ao avaliar o desempenho produtivo de novilhas nelore, com média de 20 meses de idade e peso médio de 269,66 ($\pm 28,63$) kg, suplementadas com diferentes níveis de proteína, contendo 10, 13, 16 e 19% verificou ganho de peso semelhante nos diferentes tratamentos. Assim como foi notado no presente experimento.

Ao avaliar o desempenho produtivo de bovinos confinados, Fonseca (2005) concluiu que houve ganho de peso imediato ao suplementar com zinco na dieta, diferente do observado no presente trabalho. Entretanto, os animais foram terminados no mesmo espaço de tempo que o grupo controle, como assim como concluído por Malcom-Callis *et al.* (2000), sendo o mesmo observado neste experimento. Fonseca (2005) ainda avaliou suplementação com zinco e metionina associados, acarretando conversão alimentar 4% superior, diferentemente deste experimento.

6 CONCLUSÕES

Apesar de não ter encontrado diferenças significativas entre os tratamentos, os resultados deste experimento confirmam a viabilidade do uso de grão de milho inteiro como boa fonte alimento em confinamento, sendo o milho uma alternativa interessante, principalmente em épocas de baixo preço e com escassez de forragem. Os resultados observados demonstram eficiência alimentar satisfatória, assim como o ganho de peso dos animais terminados em confinamento.

A utilização do milho grão inteiro, sem adição de volumoso na dieta proporciona racionalização de investimento em maquinário, redução na mão de obra, podendo impactar de forma positiva na rentabilidade da atividade.

REFERÊNCIAS

ALVES, D.D. Nutrição aminoacídica de bovinos. Revisão bibliográfica. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, n.3, p.265-271, jul-set, 2004.

ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMMING, J.S.; GEMAEL, A.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. N. 97. vol. 2. São Paulo-Nobel. p. 381-386, 1983.

ASHMEAD, H. D. Comparative intestinal absorption and subsequent metabolism of metal amino acid chelates and inorganic metals salts. In: ASHMEAD, H. D. (Ed.). **The roles of amino acid chelates in animal nutrition**. New Jersey: Noyes, 1993. p. 47-51.

BALCH, C. C. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 26, n. 03, p. 383-392, 1971.

BARBOSA, J. C.; RESENDE, F. D.; CARMO, F. R. G.; Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1258-1268, 2002.

BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; MILLER, M. F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, n. 8 p. 1943-1953, 1994.

BAILEY, C.R. AND DUFF, G.C. **Protein requirements for finishing beef cattle**. 2005.

BELINO, R.A. **Aditivos em Dietas de Alto Fornecimento de Grãos para Bovinos de Corte em Confinamento**. 2011, 101f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, 2011.

BOLZAN, I.T.; SANCHEZ, L.M.B.; CARVALHO, P.A. et al. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grão de milho moído, inteiro ou tratado com ureia, com três níveis de concentrado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.37, n.1, p.229-234, 2007.

BROWN, M.S. MILLEN, D.D. Protocolos para Adaptar Bovinos Confinados a Dietas de Alto Concentrado. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.23-31.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to highconcentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, n. 13. p. 3032-3038, 2006.

BUTTERY, P.J.; D'MELLO, J.P.F. **Amino acid in farm animals: an overview**. In: Amino Acids in farm animal nutrition / Editado por J.P.F.Mello. CAB International. Wallingford-UK, 1994.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamento brasileiro e do uso de amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados**. 2008, 76f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

CAMPOS, W.E.; BENEDETTI, E.; RODRÍGUEZ, N. M.; SALIBA, E. S.; BORGES, A. L. C. C.; LACHICA LOPES, E. M. Cinética ruminal de vacas leiteiras a pasto consumindo diferentes gramíneas tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 216, p. 829-837, 2007.

CARTES, R. R.; GROVUM, W. L. A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility and microbes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 9. p. 2811-2832, 1990.

CHESSON, A; MONRO, J.A. Legume pectin substances and their degradation in ovine rumen. **Journal of Science and Food Agriculture**, 33:852, 1982.

COLE, N. A.; JOHNSON, R. R.; OWENS, F. N. Influence of roughage level and corn processing method on the site and extent of digestion by beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 43, n. 2, p. 490-496, 1976a.

COOKE, R.F., N. SILVA DEL RÍO, D.Z. CARAVIELLO, S.J. BERTICS, M.H. RAMOS, AND R.R. COTTA, M. A. Interaction of ruminal bacteria in the production and utilization of maltooligosaccharides from starch. **Applies Environments of Microbiology**. 58:48, 1992.

GRUMMER. 2007. Supplemental choline for prevention and alleviation of fatty liver in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. 2007 90: 2413-2418.

CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G.; RAMOS, M. H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agrícola**, v.60, n.4, p.621-629. 2003.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F.D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHÃES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34 n. 1, p. 268-279, 2005.

DREHER, M.L.; DREHER, C.J.; BERRY, J.W. Starch digestibility of foods: A nutritional perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**.

DUARTE, Aildson Pereira; CARVALHO, Cássia Regina Limonta; CAVICHIOLI, José Carlos. Densidade, teor de óleo e produtividade de grãos em híbridos de milho. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, 2008. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00067052008000300026&lng=en&nrm=iso>. Access on 24 June 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000300026>.

DYER, I. Mineral requirements. In: HAFEZ, E.; DYER, I. (Eds.). **Animal growth and nutrition**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1969. 313p.

EARLE, F.R.; CURTIS, J.J.; HUBBARD, J.E. Composition of the component parts of the corn kernel. **Cereal Chemistry**. Saint Paul, v.23, p.504-511, 1946.

EUCLIDES FILHO, Kepler. Desempenho de Diferentes Grupos Genéticos de Bovinos de Corte em Confinamento. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1114-1122, 2003.

EUCLIDES FILHO, K. O enfoque de cadeia produtiva como estratégia para a produção sustentável de carne bovina. In: MEDEIROS, S.R.; EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B. (Eds.). **A produção animal e a segurança alimentar**. Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 568p.

ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, E.A.O.; TÚLLIO, R.R. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; TULLIO, R.R.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, E.A.; VILELA, H.L.F.; FAZOLO, B.; RIBEIRO, G. M.; SILVA, T.M. Eficiência produtiva e características qualitativas da carne de bovinos jovens terminados em confinamento. Consumo de nutrientes e desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2006. João Pessoa, PB. **Anais...**2006. CD-rom.

FONSECA, C. A. **Fontes e Níveis de Zinco no Desempenho de Bovinos Terminados em Confinamento e Relativa Biodisponibilidade**. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás. 2005.

FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. **Journal of Animal Science**, 37:1048, 1973.

GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, suppl. 2, p. E8-E16, 2003.

GALYEAN, M. L.; WAGNER, D. G.; OWENS, F. N. Corn particle size and site and extent of digestion by steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 49, n. 1, p. 204-210. 1979.

GONZALEZ A, KING A, ROBESON MS, SONG SJ, SHADE A, METCALF JL *et al.* (2012). Characterizing microbial communities through space and time. **Curr Opin Biotechnol** 23: 431–436.

GONZALÉZ, R.J.; TORRES, R., DE GREEF, D.de; BONALDO, A., ROBUTTI, J.; BORRÁS F. Efecto de lá dureza de ló endospermo del maíz sobre lãs propiedades de hidratación y cocción. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v.55, n.4, mai-2005.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, n. 3, p. 705–714, 2005.

GRANDINI, D. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.90-102.

HENRIQUE, W.; FILHO, J. A. B.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; FILHO, J. L. V. C.; SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.1, p. 183-190, 2007.

HERSOM, M. J.; VAZQUÉZ-AÑÓN, M.; LADYMAN, K. P.; KERLEY, M. S.; ARTHINGTON, J. D. Effect of Metionine Source and Level on Performance of Growing Beef Calves Consuming Forage-Based Diets. **The Professional Animal Scientist**, Charlottesville, v. 25 p. 465-474, 2009.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants. From basics to the brink. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.852 - 867, 1997.

JORGE, JUNIOR, J.; CARDOSO, V.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Modelo bioeconômico para cálculo de custos e receitas em sistemas de produção de gado de corte visando à obtenção de valores econômicos de características produtivas e reprodutivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.5, p.2187-2196, 2006.

KANEKO JJ, HARVEY JW, BRUSS ML. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5th Edition. Academic Press, SanDiego, CA, pp885-886. 1997.

KOENIG, K. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M. Effect of grain processing and silage on microbial protein synthesis and nutrient digestibility in beef cattle fed barleybased diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 4, p. 1057–1067, 2003.

KETELAARS, J. J. M. H.; TOLKAMP, B. J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants 3. Optimum feed intake: in search of a physiological background. **Livestock Production Science**, v. 31, n. 3-4, p. 235-258, 1992.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v.122, n.1, p.178-190, 1992.

KRAUSE, K.M.; OETZEL, G.R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 126, p.215-236, 2006.

LAMB, G. C.; et al. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. **Animal Reproduction Science**, v.106, p.221-231, 2008.

LANGWINSKI, D. **Consumo de nutrientes digestíveis e excreção de minerais com a inclusão de carboaminofosfoquelatos em sais mineralizados para bezerros.** 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

LANNA, D.P.D.; FERRAZ, J.B.S.; ALMEIDA, R. Integrando genética e nutrição no sistema de pastejo. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA COM QUALIDADE, 2., 2004. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: ABNP, 2004. p.1-13.

LEAL, M.L.R.; MORI, C.S.; ORTOLANI, E.L. Estudo comparativo da capacidade alcalinizante de tampões metabolizáveis em bovinos sadios. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, p.965-970, 2007.

LEDOUX, D. R.; WILLIAMS, J. E.; STROUD, T. E.; GARNER, G. B.; PATERSON, J. A. Influence of forage level on passage rate, digestibility and performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61, n. 6, p. 1567-1575, 1985.

LEE, R. W.; GALYEAN, M. L.; LOFGREEN, G. P. Effects of mixing whole shelled and steam flaked corn in finishing diets on feedlot performance and site and extent of digestion in beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 55, n. 3, p. 475-483, 1982.

LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C. et al. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1786-1791, supl.1, 2003.

LIMA, F. S., M. F. SA FILHO, L. F. GRECO, F. SUSCA, V. J. A. MAGALHAES, J. GARRETT, AND J. E. P. SANTOS. 2007. Effects of feeding rumen-protected choline (RPC) on lactation and metabolism. **Journal of Dairy Science**. 90(Suppl. 1):174.

LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Rentabilidade na terminação de bovinos de corte em confinamento: um estudo de caso em 2003, na região oeste de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1039-1044, 2005.

MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; NASCIMENTO, W.G. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1528-1536, 2000.

MATEUS, R. G. **Níveis de Proteína Bruta em Suplementos Múltiplos para Recria de Novilhas Nelore.** 2013. 72f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

MCALLISTER, T.A.; BAE, H.D.; JONES, G.A. *et al.* Microbial attachment and feed digestion in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.3004-3018, 1994.

MCALLISTER, T. A.; PHILLIPPE, R. C.; RODE, L. M.; CHENG, K. J. Effect of the Protein Matrix on the Digestion of Cereal Grains by Ruminal Microorganisms. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, n. 1, p.205-212, 1993.

McDONALD, P.; EDWARDS R.A.; GREENHALGH, J.F.D. *et al.* **Animal nutrition**. 6th ed. Pearson: Edinburgh, 2002. 693p.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. 524p.

MEISSNERL, H.H; SMUTSZ, M.; COERTZE, R. J. Characteristics and efficiency of fast-growing feedlot Steers fed different dietary energy concentrations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, n. 4, p. 931-936, 1995.

MELLOR, D. Historical background and fundamental concepts "of chelation". In: DWYER, F.; MELLOR, D. (Ed.). **Chelating agents and metal chelates**. New York: Academic Press, 1964. p. 1.

MERCHEN, N. R.; TITGEMEYER, E. C. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70 p. 3238-3247, 1992.

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

MORAES, L. M. P. Amilases. In: SAID, S.; PIETRO, R. **Enzimas como agentes Biotecnológicos**. Ribeirão Preto: Legis Summa, cap. 13, 222 – 242, 2004.

MORAES, S.S. **Uso de promotores de crescimento na dieta de bovinos de corte**. In: **Curso sobre suplementação mineral de bovinos**. 1998. Campo Grande-MS. Embrapa CNPGC. p.126-134, 1998.

MOTTA, Valter T. **Bioquímica Clínica para o Laboratório: Princípios e Interpretações**. 4ªed. Porto Alegre: Editora Médica Missau; São Paulo: Robe editorial, EDUCS – Caxias do Sul, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC... **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7. ed. Washington, D. C., 1996. 232 p.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 359-3629, 1991.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. Ed., National Academy Press: Washington D.C., 2001. 381p.

ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v.63,n. 5, p.1624-1633 1986

OWENS, F.N; ZINN, R.A. Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion, In; SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005, Tucson. **Proceedings...**Tucson, 2005. p.86-112.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1634-1648, 1986.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**, Circular Técnica 75, Embrapa, Sete Lagoas, MG, 2006.

PAULINO, M.F. Misturas múltiplas na nutrição de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE. Goiânia, 1999. **Anais...**Goiânia: CBNA, 1999. p. 95-104.

PEIXOTO, A. M.; HADDAD, C. M.; BOIN, C. BOSE, M. L. V. **O confinamento de bois**. 4. ed. São Paulo: Globo, 1989.

PEIXOTO P.V., MALAFAIA P., MIRANDA L.V., CANELLA C.F.C., CANELLA FILHO C.F.C. & VILAS BOAS F.V. 2003. Eficiência reprodutiva de matrizes bovinas de corte submetidas a três diferentes tipos de suplementação mineral. **Pesq. Vet. Bras.** 23(3):125-130.

PEIXOTO P.V., MALAFAIA P., BARBOSA J.D. & TOKARNIA C.H. 2005. **Princípios de suplementação mineral em ruminantes**. Pesquisa Veterinária Brasileira 25(3):195-200. Depto Nutrição Animal e Pastagem, Instituto de Zootecnia, UFRRJ. 2005.

PELEGRINO, S. G. **Parâmetros ruminais em vacas de alta produção leiteira alimentadas com dieta total**. 2008. 36 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

PINOTTI et al. Comparative mammalian choline metabolism with emphasis on role in ruminants, especially the high yielding dairy cow. **Nutr. Res. Rev.** 15: 315–331, 2002.

PIRES, J.A.A., and GRUMMER, R.R.. **Micronutrients and their impact on high performing dairy cows – A focus on niacin and choline**. In Proc. Southwest Nutrition and Management Conference, Department of Animal Sciences, University of Arizona, 2008.

RAMIREZ, R. G.; KIESLING, H. E.; GALYEAN, M. L.; LOFGREEN, G. P.; J. K. ELLIOTTS, J. K. Influence of steam-flaked, steamed-whole or whole shelled corn on performance and digestion in beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61, n.1, p.1-8, 1985.

REEDY, A. B.; DWIVED J. N.; ASHMEAD A. D., Mineral chelation generates profit. **Misset-World Poultry**, v.8, p.13-15, 1992.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1607-1623, 1986.
SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S.; CATTELAN, J. W.

ROSA, I. V. Técnicas de avaliação de suplementos minerais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3, 1985, Piracicaba. Minerais para ruminantes. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1985. p.99-112.

SANTOS, J.E.P. Efetividade do uso de minerais orgânicos para bovinos. IN: VIII Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, FEALQ, 2006

SANTOS, JOSÉ. **Feeding Rumen-Protected Choline to Transition Dairy Cows**. University of Florida IFAS Publication. Mai, 2009.

SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V.; VELOSO, C.M.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R. MORAES, E.H.B.B.K.; PAULINO, P.V.R. Exigências líquidas de aminoácidos para ganho de peso de nelores não-castrados. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.2, p.765-775, 2002.

SIQUEIRA, G.B.; ALCALDE, C.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; ANDRADE, P. Utilização do resíduo de maracujá e silagens de híbridos de milho, na terminação de bovinos de corte em confinamento. **Acta Scientiarum**, v.21(3), p.749-753, 1999.

SHOTWELL, M.A.; LARKINS, B.A. The biochemistry and molecular biology of seed storage proteins. **The Biochemistry of plants: A Comprehensive Treatise**, v.15, p.297-345, 1989.

SILVA, H.L. **Dietas de alta proporção de concentrado para bovinos de corte confinados**. 2009, 157f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, Goiânia, 2009.

SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S.; CATTELAN, J. W.; BARBOSA, J. C.; RESENDE, F. D.; CARMO, F. R. G.; Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1258- 1268, 2002.

SPEARS, J. W. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of Zn in labs and effects of growth and performance of growing heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 3, p. 835-843, 1989. .

SUTTLE, N. Trace element interactions in animal. In: NICHOLAS, D.; EGAN, A. (Ed.). **Trace elements in soil-plant-animal systems**. New York: Academic Press, 1975. p. 217-242

UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. 2. ed. London : Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 1S0p.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997a.

VARGAS, Luiz Henrique et al . Influência de Rumensin®, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 30, n. 5, Oct. 2001. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982001000600035&lng=en&nrm=iso>. access on 26 June 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000600035>.

VANCE, R. D.; PRESTON, R. L.; KLOSTERMAN, E. W.; CAHILL, V. R. Utilization of whole shelled and crimped corn grain with varying proportions of corn silage by growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 35, n. 3, p. 598-605, 1972.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell Univ. Press, 1994. 476 p.

WALDO, D. R. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, n. 4, p. 1062-1074, 1973.

WEDEKIN, V.S.P.; AMARAL, A.M.P. Confinamento de bovinos em 1991. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 21, n. 9, p. 9-18, 1991.

WHEELER, W. E.; NOLLER, C. H. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 44, n. 1, p. 131-135, 1977.

ZEBELI, Q., D. MANSMANN, H. STEINGASS, AND B. N. AMETAJ. Balancing diets for physically effective fibre and ruminally degradable starch: A key to lower the risk of sub-acute rumen acidosis and improve productivity of dairy cattle. **Livest. Sci.** 127:1-10. 2010.

ZINN, R.A.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1145-1156, 2002.