

IGOR ALVES PEREIRA MENDES

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO  
LEITE DE VACAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE GRÃO DE  
MILHO MOÍDO REIDRATADO SUBSTITUINDO MILHO SECO MOÍDO  
DO CONCENTRADO**

Dissertação apresentada à Escola de  
Veterinária da Universidade Federal de  
Minas Gerais, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Helton Mattana Saturnino

Belo Horizonte MG  
Escola de Veterinária da UFMG  
2013

Mendes, Igor Alves Pereira, 1985-

M538c Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de grão de milho moído reidratado substituindo milho seco moído do concentrado / Igor Alves Pereira Mendes. – 2013.

54 p. : il.

Orientador: Helton Mattana Saturnino

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.

Inclui bibliografia

1. Vaca – Alimentação e rações – Teses. 2. Suplemento alimentar – Teses.  
3. Milho como ração – Teses. 4. Digestibilidade – Teses. 5. Leite – Composição – Teses.  
6. Leite – Produção – Teses. I. Saturnino, Helton Mattana. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.214 085 2

*" Quem duvida do potencial do próximo, é porque sabe que nunca chegará onde o outro chegou."*

(Autor desconhecido)

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus.

Agradeço aos meus pais, Wagner e Marli, pelo exemplo e por me darem toda a estrutura para que eu concluísse mais uma meta.

À minha irmã, Bruna, pelo apoio e incentivo.

Ao meu avô Orlando pela presença, pela torcida e pelos 96 anos dedicados a mim e à família.

Agradeço ao professor Ronaldo Braga Reis pela oportunidade e ensinamentos e ao professor Helton Mattana Saturnino pela orientação, paciência, apoio e confiança.

Ao André Moraes Moura pela disponibilidade, presteza, colaboração imprescindível e amizade.

À equipe da fazenda Hélio Barbosa pela hospitalidade, colaboração e parceria.

Ao professor Idalmo e ao Danilo pela gentileza e ajuda na estatística.

Aos colegas da pós-graduação, em especial, Arturo, Diego e Wilma pela ajuda no experimento.

Aos integrantes do GPLeite pelo coleguismo.

À equipe do laboratório de nutrição da Escola pela ajuda.

E por fim, agradeço à Escola de Veterinária e ao Departamento de Zootecnia da UFMG por abrirem as portas para que eu desse mais um passo na busca pelo meu sucesso profissional.

Muito Obrigado!!

## SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
1. Introdução .....	11
2. Revisão de Literatura .....	12
2.1. Silagem de grão de milho reidratado .....	12
2.2. Processamento de grãos .....	13
2.3. Carboidratos .....	14
2.4. Absorção no intestino delgado e metabolismo .....	16
2.5. Fermentação Ruminal .....	17
3. Material e Métodos .....	18
3.1. Local, período e fatores edafoclimáticos .....	18
3.2. Animais e delineamento estatístico .....	18
3.3. Alimentos .....	19
3.4. Escore de Condição Corporal .....	20
3.5. Coleta e análises .....	20
3.5.1. Consumo .....	20
3.5.2. Determinação e análise da produção total de fezes .....	21
3.5.3. Determinação de derivados de purina e balanço de compostos nitrogenados .....	21
3.5.4. Padrão de fermentação da silagem de grão de milho reidratado .....	21
3.5.5. Parâmetros da fermentação ruminal .....	22
3.5.6. Avaliação da produção e composição do leite .....	23
3.5.7. Análises da composição química e digestibilidade <i>in vivo</i> da matéria seca da dieta....	23
3.5.8. Análise Estatística .....	25
4. Resultados e discussão .....	26
4.1. Padrão de fermentação da silagem de grão de milho úmido.....	26
4.2. Consumo da dieta total e digestibilidade aparente .....	28
4.3. Produção e composição do leite e ganho de peso .....	31
4.4. Fermentação Ruminal .....	34
4.5. Produção urinária e balanço de compostos nitrogenados .....	41
4.6. Derivados de purinas .....	42
5. Conclusões .....	43
6. Referências Bibliográficas .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados climáticos nos períodos pré experimental e experimental .....	19
Tabela 2. Composição calculada das dietas, em termos de ingredientes (kg de MS) e da concentração de nutrientes na MS (%) <sup>1</sup> de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM), de silagem de grão de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....	24
Tabela 3. Composição com base na matéria seca das dietas totais fornecidas às vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM), de silagem de grão de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....	25
Tabela 4. Valores médios de pH, matéria seca total (MST), concentrações de acetato, propionato, butirato, ácido láctico e N-NH <sub>3</sub> , em porcentagem na MS, de microsilos de silagem de grão de milho reidratado abertos nos tempos 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem e analisados em duplicatas .....	27
Tabela 5. Valores médios, em porcentagem, de MS, PB, FDN, MO e AMIDO, das dietas totais oferecidas para as vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....	28
Tabela 6. Valores médios da ingestão de MS, MS%PV, PB, FDN, FDN%PV, MO, AMIDO de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....	29
Tabela 7. Valores médios da digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), da fibra em detergente neutro (FDN), da matéria orgânica (MO) e do AMIDO de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....	30
Tabela 8. Valores médios para produção e composição de leite de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....	31
Tabela 9. Valores médios de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPV) e escore de condição corporal (ECC) de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado	

substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....34

Tabela 10. Valores médios de pH e concentrações médias de nitrogênio amoniacal, acetato, propionato, butirato, ácidos graxos voláteis totais, nitrogênio amoniacal e relação acetato/propionato do conteúdo ruminal de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....34

Tabela 11. Produção de volume urinário médio e concentrações de nitrogênio na urina, leite e fezes e eficiência de conversão de nitrogênio de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....42

Tabela 12. Concentração dos derivados de purinas e relação alantoína/creatinina de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) ..... 43

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. pH ruminal em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....35
- Figura 2. Concentrações molares de acetato em função do tempo de coleta após a alimentação de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....37
- Figura 3. Concentrações molares de propionato em função do tempo de coleta após a alimentação de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....37
- Figura 4. Relação acetato/propionato em função do tempo de coleta após a alimentação de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....38
- Figura 5. Concentrações molares de butirato em função do tempo de coleta após a alimentação de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....38
- Figura 6. Concentrações molares de AGV's totais em função do tempo de coleta após a alimentação de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....39
- Figura 7. Concentrações de N- amoniacal em função do tempo de coleta após a alimentação de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN) .....40

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a substituição do milho seco moído por silagem de grão moído de milho reidratado na base da matéria natural ou da matéria seca na dieta de vacas em lactação sobre o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. Foram utilizadas 12 vacas multíparas da raça Holandês, sendo 9 vacas com média de DEL de 90 dias no início do período experimental, peso vivo médio de 549 kg e média de 34 kg leite/dia, em 3 delineamentos do tipo quadrado latino 3x3 simultâneos. Paralelamente, havia 3 vacas canuladas no rúmen para determinação de pH ruminal, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis. A dieta controle foi à base de silagem de milho e grão de milho seco moído no concentrado (MGSM). As demais dietas foram à base de silagem de milho e no concentrado houve a substituição do milho seco moído por silagem de grão moído de milho reidratado com base na matéria seca (MRMS) ou na matéria natural (MRMN). O consumo de matéria seca diferiu ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo maior para o tratamento MGSM. A eficiência alimentar foi melhor ( $P < 0,05$ ) para o tratamento MRMN. A substituição do milho seco moído pela silagem de grão de milho reidratado com base na matéria natural apresentou-se como sendo a melhor dieta e possui a vantagem da menor utilização de milho na dieta.

Palavras chave: amido, bovinos leiteiros, suplementação

## **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the substitution of dry ground corn by rehydrated ground corn silage as fed or as dry matter basis in the diet of dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. A total of 12 multiparous Holstein cows were used. Nine cows averaging DEL 90 days, weighting 549 kg and producing 34 kg of milk / day in three simultaneous designs 3x3 Latin square. In addition, 3 cows were rumen cannulated to measure ruminal pH, ammonia nitrogen and volatile fatty acids. The control diet was based on corn silage and dry ground corn in the concentrate (MGSM). The other diets were based on corn silage and the dry ground corn silage of the concentrate was replaced by rehydrated ground corn silage in dry matter basis (MRMS) or as fed basis (MRMN). The dry matter intake differed ( $P < 0.05$ ) among treatments, being higher for MGSM. Feed efficiency was better ( $P < 0.05$ ) for the MRMN treatment. Replacement of the dry ground corn by rehydrated corn silage as fed basis presented itself as the best diet and has the advantage of using less corn in the diet.

Keywords: dairy cattle, starch, supplementation

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos feitos pelo Ministério da Agricultura (2012) demonstram que desde o abalo sofrido pelo sistema financeiro internacional em 2007/2008, agravaram-se os efeitos de crise econômica sobre os mercados agrícolas, caracterizados pela elevação de preços e sua volatilidade. Desde então, tem sido modesto o crescimento da produção e do comércio mundial de grãos. Embora tenha havido um recuo dos preços a partir de 2009, a produção mundial de milho na safra 2012/2013 sofreu uma redução em função da seca no cinturão do milho dos Estados Unidos (*corn belt*), elevando os preços novamente.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2012), os Estados Unidos interferiram nesse cenário por representarem cerca de 35% do mercado mundial, fazendo com que a produção para a safra 2012/2013 obtivesse uma redução de 12,8% em relação à safra 2011/2012. Com a redução da produção mundial maior do que a de consumo mundial, que representou apenas 0,57% em relação ao da safra anterior, houve um descompasso entre oferta e demanda agregada, reduzindo o estoque final mundial em 9,3%.

No Brasil, além dos problemas internacionais, estão as questões internas, tais como, as alterações do clima, as aprovações de leis ambientais e leis que poderão promover a liberação da aquisição, por outros países, de terras brasileiras. Além disso, há aspectos relativos aos preços da logística e da energia que poderão determinar a competitividade do produtor agrícola nacional.

Valores elevados dos preços nacionais se devem às cotações praticadas no mercado exterior, principalmente na Bolsa de Chicago, à produção destinada ao comércio nacional e à baixa relação estoque/consumo do mundo. O aumento dos preços dos cereais, principalmente o milho, significa um impacto direto no aumento dos preços da ração animal, diminuindo o poder de compra dos produtores, gerando menor oferta de alimento para os animais e, com isso, menor produção de leite.

Segundo o Índice de Preço dos Alimentos de Agosto de 2012 da *Food and Agriculture Organization* (FAO), no período de Julho de 2011 a Junho de 2012, o índice dos preços internacionais de produtos lácteos obteve redução de 24,1%.

Assim, conclui-se que, não só a produção de lácteos, mas a agropecuária como um todo terá a rentabilidade dependente de medidas que reduzam os custos de produção, com ênfase na utilização de rações mais baratas, na substituição por alimentos que gerem melhor eficiência alimentar, e de redução de mão de obra e energia, sem haver redução na produção. Entre as medidas, o emprego da silagem de grão de milho reidratado é interessante pelo processamento que ocorre, tendo efeito associativo dos alimentos e por ser uma importante tecnologia para reduzir os custos com alimentação em criações de bovinos leiteiros (Jobim et al., 2003) e por gerar uma melhor eficiência alimentar.

A ensilagem de milho moído reidratado tem sido uma prática comum a campo, porém, ainda sem suporte científico. Alguns nutricionistas ao utilizarem silagem de grão de milho moído reidratado

nas dietas, corrigem o consumo da matéria seca do grão úmido, uma vez que este possui 65 a 70% MS. Entretanto outros já não veem essa necessidade, e substituem o milho fubá em igual proporção na matéria natural, o que tem levado a controvérsias no campo.

Com isso, surgiu a hipótese de que a substituição de milho grão seco moído pela silagem de grão de milho moído reidratado tem melhor eficiência alimentar utilizando-se da substituição na base na matéria natural em comparação com a substituição na base da matéria seca. Por isso o objetivo deste estudo foi avaliar a substituição do milho seco moído por silagem de grão de milho moído reidratado com base na matéria natural ou na matéria seca na dieta de vacas em lactação sobre o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Silagem de grão moído de milho reidratado**

É indiscutível a importância do valor nutricional do grão de milho na alimentação dos animais de produção (Santos, 2000). O milho é tido como um alimento energético primordial por possuir alta concentração de amido, nutriente indispensável nas dietas de ruminantes utilizadas para promover altas produções. Entretanto, seu aproveitamento depende dos métodos de processamento a que é submetido (Theurer, 1986).

Uma alternativa ao milho grão tradicional é a confecção da silagem de grão úmido de milho (Santos, 2000). Segundo Kramer e Voorsluys (1991) a silagem de grão úmido de milho foi introduzida no Brasil em 1981, na região de Castro-PR, sendo inicialmente utilizada na alimentação de suínos e mais tarde na alimentação de bovinos leiteiros e de corte. Entretanto, as primeiras publicações científicas brasileiras datam da década de 90 (Jobim e Reis, 2001), período no qual a tecnologia foi definitivamente incorporada pelo setor produtivo nacional (Costa et al., 2001).

De acordo com Jobim et al. (1997), os trabalhos encontrados na literatura demonstraram que a silagem de grão úmido de milho (SGUM) trouxe resultados satisfatórios em relação a qualidade de conservação, magnitude de perdas e desempenho animal.

A silagem de grão de milho úmido tem sua colheita antecipada, colhendo-se o grão mais jovem, e com menos prolaminas, já a silagem de grão de milho reidratado, apesar de ser constituída de grãos maduros, tem suas qualidades equivalentes à silagem de grão úmido convencional pois a fermentação que ocorre após a ensilagem quebra as prolaminas.

As vantagens do grão úmido reidratado são que além de ser uma ótima forma de se eliminar ou controlar o desenvolvimento de fungos e, com isso, evitar a contaminação da ração com micotoxinas (Reis et al., 2001), minimiza as perdas qualitativas e quantitativas em função do ataque de insetos e ratos (Jobim et al., 2003).

Além disso, a silagem de grão úmido reidratado possui baixo custo de estocagem (Biaggioni et al., 2009) e melhor digestibilidade, melhorando o desempenho animal (Tonroy et al., 1974), e há

ainda a facilidade de se poder comprar o grão seco em uma safra mais barata, podendo estocá-lo para vir a ser utilizado na alta dos preços, mantendo baixo o custo de produção.

Costa (2001) mencionou que, independente do volumoso, a ensilagem dos grãos úmidos de milho é a forma mais eficiente de conservação dos grãos de milho como concentrado energético para alimentação de bovinos.

Segundo a literatura norte-americana, Beenson e Perry (1958) foram os pioneiros em registrarem aumento na eficiência alimentar de animais recebendo silagem de espiga de milho de alta umidade. Desde então, outras pesquisas vieram confirmando os mesmos resultados dos autores.

A silagem de grão úmido é uma das poucas práticas que conseguem reunir baixos custos com elevada qualidade nutricional ao longo do tempo de armazenagem, aliada à alta resposta animal (Nummer Filho, 2001).

A silagem de grão de milho úmido reidratado é uma técnica em que se acrescenta água ao grão de milho seco moído com 12 a 15% de umidade e o torna com 30 a 35% de umidade, sendo ensilado em seguida.

Alguns fatores podem interferir na composição química da silagem de grão de milho úmido reidratado tais como a seleção genética dos grãos, condições edafoclimáticas, níveis de adubação, compactação da silagem no armazenamento (Jobim et al., 1997a; Oliveira et al., 2004), teor de umidade no momento da ensilagem e a homogeneidade na hora de reidratar o milho.

A silagem de grão úmido pode ter seu valor alimentício alterado devido à alta suscetibilidade à deterioração aeróbica quando o silo é aberto (Jobim et al., 1999), sendo que essa deterioração está associada ao crescimento de fungos e leveduras que, utilizando os açúcares, produzem fermentação alcoólica (Phillip et al., 1985).

## **2.2. Processamento de grãos**

Ao se formular dietas para bovinos, ocorrem interações benéficas ou não, provindas do acréscimo de volumoso aos grãos que tenham sofrido processamento físico e/ou químico, denominadas efeito associativo dos alimentos. Assim, os processos de quebra, moagem, laminação, floculação e ensilagem do grão influenciam na rapidez, no local da digestão dos nutrientes e na quantidade que será utilizada, causando alterações na eficiência da utilização da energia proveniente do amido (Mello Jr., 1991).

Com o processamento do milho, ocorre a exposição dos grânulos de amido, por meio da eliminação do pericarpo, que é uma película envoltória do grão, facilitando o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal (Kotarski et al., 1992), facilitando, com isso, a digestão (Beauchemin et al., 1994).

As altas umidades e temperaturas provocam gelatinização, decorrente do rompimento das membranas proteicas e das estruturas dos grânulos de amido (Owens e Goetsch, 1988), o que eleva a digestibilidade no intestino delgado. Embora a gelatinização do amido pelo aquecimento

possa favorecer a sua digestibilidade, isso dificilmente ocorrerá em condições normais de ensilagem de grãos úmidos. Isto porque, segundo Colonna et al. (1989), a gelatinização do milho começa à temperatura de 62°C e termina em 72°C, temperaturas que não são atingidas durante a ensilagem. Portanto, além da própria composição do amido do grão úmido, a contribuição adicional para maior digestibilidade pode ser devido à ação dos ácidos da silagem, pois, segundo Rooney e Pflugfelder (1986), o amido pode ser gelatinizado pela ação de agentes químicos (Jobim et al., 2003).

### **2.3. Carboidratos**

Os carboidratos são as mais importantes fontes de energia e os principais precursores de gordura e lactose, essenciais para a produção de leite (Wattiaux, 1998).

Além da composição química e características físicas, as cinéticas de digestão determinadas pelo padrão de fermentação ruminal também afetam o consumo, a digestão dos alimentos, a disponibilidade de nutrientes para a síntese de leite e para a saúde animal (Rabelo, 2003).

Segundo Rooney e Pflugfelder (1986), quimicamente o amido é constituído pelos polissacarídeos amilose e amilopectina. A amilose é um polímero linear de unidades de D-glicose com ligações  $\alpha$ -1,4 glicosídicas representando em média 20 a 30% do amido, podendo variar de zero a 80%. A amilopectina é composta por uma cadeia linear de D-glicose com ligações  $\alpha$ -1,4 glicosídicas e ramificações com ligações  $\alpha$ -1,6 glicosídicas a cada 20-25 unidades de glicose, e representa de 70 a 80% da maioria do amido dos cereais, como o milho e o sorgo. Fisicamente, o amido se constitui de grânulos nos quais a amilose e amilopectina estão ligadas por ligações de hidrogênio. A amilopectina se constitui na parte mais organizada (cristalina) dos grânulos, mais densa e, que oferece maior resistência à penetração de água ou à ação enzimática. A amilose se constitui na parte menos organizada (amorfa) e menos densa que a cristalina, podendo a água mover-se livremente através dela. Os grânulos de amido são interligados e envoltos por uma camada ou matriz proteica. A digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao seu teor de amilose, em virtude de interações desta com a matriz proteica do grânulo de amido.

Além disso, os mesmos autores destacam que a digestibilidade do amido é afetada por interações amido-proteína, integridade celular das unidades contendo amido e da forma física do ingrediente.

A maior digestibilidade do amido dos grãos ensilados deve-se, sobretudo, à fragilização da matriz proteica, que recobre os grãos de amido do endosperma periférico (Demarquilly e Andrieu, 1996), com perda da cristalinidade e solubilização (Owens e Goetsch, 1988).

Philippeau e Michalet-Doreau (1998) observaram que a ensilagem dos grãos aumentou a degradabilidade ruminal do amido devido ao aumento da acessibilidade dos micro-organismos do rúmen aos grânulos e, também, porque as prolaminas hidrofóbicas dos grânulos, localizadas na superfície exterior dos grânulos de amido (Mu-Forster e Wasserman, 1998), foram parcialmente degradadas por proteólise no decorrer do tempo de ensilagem.

As prolaminas dos milhos são denominadas zeínas e compreendem 50 a 60% do total de proteínas do milho integral (Hamaker et al., 1995). Buchanan et al. (2000) definiram essas zeínas como uma classe de proteínas hidrofóbicas que consiste em quatro subclasses ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$   $\delta$ ).

Hamaker et al. (1995) observaram que o grão colhido mais maduro possui mais prolaminas em sua constituição quando comparado ao milho colhido imaturo (maior umidade). Porém, ao se molhar o grão maduro e ensilá-lo, as prolaminas são quebradas e praticamente não há diferenças nutricionais na silagem de grão reidratado comparada com a silagem de grão úmido.

McAllister et al. (1993) observaram que, quando o milho foi tratado “*in vitro*” com uma protease, a digestão do amido aumentou cerca de duas vezes e concluíram que a matriz de proteína de milho foi um fator importante na digestão do amido no rúmen.

Kotarski et al. (1992) relataram que a região periférica do endosperma é cercada por uma parede celular rica em compostos  $\beta$ -glucanos que prejudica a atividade microbiana, além de haver a matriz proteica, dificultando a atividade das amilases, e que deve ocorrer uma proteólise simultânea, para que as bactérias possam utilizar eficazmente o amido.

Dessa forma, quando a cutícula é quebrada, as características da matriz proteica e do endosperma do grão irão determinar a taxa de adesão e fermentação do amido pelas bactérias ruminais (Kotarski et al., 1992; McAllister et al. 1993).

Hoffman e Shaver (2011) relataram que a extensão da degradação da matriz proteica do amido pode ser avaliada usando como marcadores a proteína bruta solúvel e/ou o nitrogênio amoniacal. Antes da ensilagem do grão, cerca de 20% da proteína do milho é solúvel em uma solução tampão. Após o processo de ensilagem, mais de 70% torna-se solúvel, confirmando a degradação de proteínas da matriz. Já o nitrogênio amoniacal, que antes da ensilagem é nulo, passa a existir, com mais de 7,0% do nitrogênio total, mostrando que os aminoácidos, associados às proteínas da matriz, estão sendo degradados pelas bactérias da silagem.

A digestibilidade também é afetada pelos protozoários ruminais, que possuem papel importante na ingestão e digestão dos grânulos de amido, reduzindo a taxa de fermentação do amido e estabilizando o pH ruminal (Eadie e Mann, 1970), por isso a taxa de digestibilidade do amido no rúmen aumenta quando estes são eliminados. Os fungos, ao contrário, conseguem facilitar a ação das bactérias melhorando a utilização do amido pelas lesões que causam nas superfícies dos tecidos das plantas (Mendoza et al., 1993).

As variedades de milho podem ser classificadas, segundo sua textura, como duras ou dentadas. As variedades dentadas têm menor densidade, maior proporção de amilopectina e amido mais poroso e macio, enquanto as variedades duras têm endosperma mais duro e cristalino que ocupa a maior parte do grão (Fornasier Filho, 1992). Portanto, variedades de milho dentadas contêm mais amilopectina e menores concentrações de matrizes proteicas que as variedades duras (Knowlton et al., 1998).

## 2.4.Fermentação Ruminal

No rúmen, o amido que chega é degradado, na maioria de sua proporção, pelas bactérias amilolíticas. A parte restante, em menor proporção, é hidrolisada por fungos e protozoários (Huntington, 1997).

Ao contrário dos protozoários, as bactérias amilolíticas secretam amilases, por não conseguirem ingerir partículas de amido, ou utilizam de outros mecanismos associados à parede celular (como proteínas ligantes) para hidrolisar o amido e transportá-lo para o interior da célula (Kotarski et al., 1992).

As amilases têm a capacidade de quebrar as ligações glicosídicas  $\alpha$  (1,4) e  $\alpha$  (1,6) das moléculas de amilose e amilopectina, liberando vários fragmentos. Entretanto, nem todas as bactérias possuem todas as enzimas que promovem a degradação total do amido até glicose, sendo necessária, então, a existência de endo e exo amilases do tipo  $\alpha$  (1,4) e  $\alpha$  (1,6). Desta forma a sintonia entre as diversas espécies de bactérias é fundamental para a fermentação do amido (Huntington, 1997).

De acordo com Huntington (1994), havendo o aumento na degradação de amido no rúmen, há um consequente aumento na eficiência alimentar e no teor de proteína do leite.

Segundo Demarquilly (1996), a digestão do amido no rúmen causa o aumento da síntese de proteína microbiana no rúmen, e causa o aumento da digestibilidade do amido *by pass* no intestino delgado, devido ao aumento na secreção do pâncreas, em resposta a uma maior quantidade de proteínas que chega ao intestino delgado, favorecendo o aumento da produção de leite das vacas (Crocker et al., 1998).

Com aumento da digestão ruminal de amido podem surgir modificações na composição do leite, tal como a redução do teor de gordura do leite provavelmente devido à diminuição na relação acetato/propionato, gerado pelo aumento da concentração de propionato (Rulquin, 1993) ou da atividade da insulina (Reynolds et al., 1997). O acetato é o principal precursor para a síntese de ácidos graxos na glândula mamária para manter o teor de gordura do leite (Mattos, 2005). Por outro lado, com o aumento da concentração de carboidratos não estruturais, há queda de pH ruminal, fazendo com que taxas de lipólise e biohidrogenação sejam menores (Van Nevel e Demeyer, 1996a), já que o baixo pH do rúmen pode afetar a etapa final da biohidrogenação, onde o trans-C18:1 é convertido a ácido esteárico (Demeyer e Doreau, 1999), resultando num maior escape de ácidos graxos insaturados. Torna-se, então, uma estratégia para a proteção de fontes suplementares de lipídeos insaturados (óleos) contra a biohidrogenação, possibilitando que mais ácidos graxos insaturados cheguem ao intestino, onde poderão então ser absorvidos e incorporados à gordura do leite (Van Nevel e Demeyer, 1996b).

Reynolds et al. (1996) constataram que o maior aporte de amido no intestino delgado aumentou a produção de leite, porém causou uma redução na concentração de gordura do leite, possivelmente devido à maior disponibilidade de glicose, acarretando elevações de insulina no sangue, e diminuindo a atividade lipolítica no tecido adiposo.

Outro ponto importante é que há controvérsias na interferência do amido no aumento da proteína do leite. Alguns autores defendem a ideia de que há o aumento dessa quando se aumenta o fluxo de amido para o intestino, porém há autores que defendem a utilização do amido de alta degradabilidade ruminal para que haja um aumento na concentração de proteína do leite (Nocek e Tamminga, 1991; Reynolds et al., 1997).

Espera-se que, quando há sincronismo entre a degradação ruminal do amido e da proteína, haverá aumento no fluxo de proteína para o intestino, permitindo maior síntese proteica na glândula mamária. Além disso, a maior produção de propionato diminui a necessidade da utilização de aminoácidos para a gliconeogênese hepática, aumentando a disponibilidade dos mesmos para a glândula mamária (Jobim et al., 2003).

Havendo o aumento da degradabilidade do amido no rúmen devido aos processamentos do grão, otimiza-se a capacidade fermentativa realizada pelas bactérias amilolíticas, aumentando, então, a produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) e a síntese de proteína microbiana (Plascencia e Zinn, 1996).

Quando a relação volumoso:concentrado da dieta total é aumentada, mais rápida será a passagem do alimento, reduzindo o tempo para a digestão do amido no rúmen, interferindo, então, na taxa de fermentação (Mello Jr., 1991). Assim, a intensidade do processamento físico dos grãos de milho que compõem a dieta dos bovinos é diretamente proporcional à relação volumoso:concentrado e tipo de volumoso, que podem apresentar interações nos resultados de degradação ruminal, digestão total ou desempenho (Alcalde, 1997).

San Emeterio et al. (2000) afirmaram que a silagem de grãos úmidos de milho apresenta maior eficiência de fermentação do amido no rúmen em comparação ao grão seco, havendo uma elevação na síntese de proteína microbiana, com conseqüente maior aporte de nitrogênio microbiano para o intestino delgado.

## **2.5. Absorção no intestino delgado e metabolismo**

A hidrólise intestinal das moléculas de amilopectina e amilose que compõem o amido é feita enzimaticamente da mesma forma como acontece no rúmen. O pâncreas é o órgão responsável pela produção e liberação da principal enzima envolvida na digestão intestinal do amido, uma endoenzima  $\alpha$  (1,4) denominada  $\alpha$ -amilase. A mucosa intestinal também secreta amilase, porém em menor proporção (Harmon, 1992). No intestino grosso a ação é microbiana, como no rúmen, ocorrendo a produção de ácidos graxos voláteis a partir da glicose derivada do amido (Jobim et al., 2003).

O intestino apresenta uma melhor eficiência no aproveitamento energético da digestão do amido quando comparado com a digestão no rúmen, já que não há perdas de energia na produção de calor de fermentação (Mello Jr., 1991). Segundo Orskov (1986) estas perdas, principalmente através de calor e gases, totalizam de 12 a 20% da energia ingerida.

A eficiência de utilização do amido de milho digerido no rúmen ou intestino delgado de novilhos de corte foi avaliada por Owens et al. (1986). Estes, ao analisarem os resultados de vários experimentos concluíram que o amido digerido no intestino oferece 42% mais de energia que o digerido no rúmen.

Apesar dessa maior eficiência do intestino delgado, não é recomendável a utilização de processamentos que priorizem a digestão do amido no intestino delgado, pois, de acordo com Pherson e Knutsson (1980) a capacidade ótima de utilização de amido no intestino delgado de vacas leiteiras seria de 1300 g/dia. Segundo Nocek e Tamminga (1991), este órgão apresenta limitações, já que o pâncreas não tem aporte suficiente para secretar amilase, maltase ou isomaltase nas quantidades e no tempo requerido para uma eficiente digestão; o pH no interior do órgão não é propício para a máxima atividade da amilase; o fígado não é capacitado para metabolizar a glicose digerida e absorvida no intestino delgado; a taxa de passagem não permite haver a completa hidrólise do amido; há a dificuldade de acesso das enzimas aos grânulos de amido devido à insolubilidade ou impermeabilidade destes e aumento na taxa de passagem da digesta, além da interação entre todos esses fatores.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local, período e fatores edafoclimáticos**

O experimento foi realizado no período de 20 de Junho a 21 de Agosto de 2012, no setor de bovinocultura de leite da Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa, Universidade Federal de Minas Gerais (850 m de altitude, 20°04'30" de latitude Sul, 44°20'80" de longitude Oeste), localizada no município de Igarapé, MG.

O clima é caracterizado por duas estações bem definidas: período seco, de Abril a Setembro, e período chuvoso, de Outubro a Março. Os dados climáticos durante o período pré-experimental e experimental se encontram na Tabela 1.

#### **3.2. Animais e delineamento estatístico**

Foram utilizadas 12 vacas multíparas da raça Holandês, sendo nove vacas com média de 90 dias em lactação (DEL), no início do período experimental, peso vivo médio de 549 kg e média de 34 kg leite/dia. As nove vacas foram distribuídas em três quadrados latinos 3x3 simultâneos. Cada quadrado latino foi arranjado levando-se em consideração o DEL e a produção das nove vacas.

Paralelamente, foram utilizadas três vacas canuladas no rúmen dispostas em outro quadrado latino 3x3, uma vaca para cada tratamento, somente para avaliação do pH, da concentração de nitrogênio amoniacal e dos ácidos graxos voláteis (AGV's) do líquido ruminal.

Cada uma das 12 vacas foi submetida a cada uma das dietas durante cada um dos três períodos experimentais de 21 dias de duração, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta (15° ao 21° dia), distribuídas aleatoriamente em um sistema tipo *Tie-Stall* com acesso irrestrito às dietas e à água.

Tabela 1. Dados climáticos nos períodos pré experimental e experimental

Mês	Chuvas <sup>1</sup> (mm)	Temperatura (°C) <sup>1</sup>			Umidade Reativa do ar (%) <sup>1</sup> Média
		Média	Máx.*	Mín.*	
Junho/2012	8,0	16,0	25,8	8,4	55,0
Julho/2012	2,0	15,5	26,5	8,1	40,0
Agosto/2012	5,9	17,3	26,3	8,5	45,0
Média	5,3	16,3	26,2	8,3	46,6

<sup>1</sup> Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) – aproximadamente 48 km da fazenda experimental;

\*Max. = temperatura máxima; Min. = temperatura mínima.

As dietas experimentais foram à base de silagem de milho e concentrado, sendo que neste último houve a substituição do milho seco moído por silagem de grão de milho reidratado. As dietas foram:

Dieta 1 (Controle): concentrado à base de grão de milho seco e moído (MGSM);

Dieta 2: Silagem de milho reidratado em substituição ao milho seco e moído com base de matéria seca (MRMS);

Dieta 3: Silagem de milho reidratado em substituição ao milho seco e moído com base de matéria natural (MRMN).

Os animais foram pesados no início e ao final de cada período experimental, sempre após a primeira ordenha e antes do primeiro fornecimento da dieta do dia.

### 3.3. Alimentos

As dietas experimentais foram balanceadas levando-se em consideração as recomendações de exigências de energia e proteína, as médias de produção dos animais, do peso corporal e da gordura do leite, sendo ajustadas pelo modelo NRC (2001). O consumo diário de matéria natural foi calculado pela quantidade de alimento oferecida menos as sobras alimentares.

Os concentrados das dietas MRMS e MRMN foram processados na fábrica de ração da fazenda experimental, assim como o concentrado da dieta MGSM, porém, elas foram processadas sem a silagem de grão moído de milho reidratado, que foi incorporada somente no momento do fornecimento da dieta total.

A silagem de grão de milho reidratado foi elaborada com grãos moídos, da mesma safra de milho da dieta MGSM, usando peneiras de 2 mm e umedecidos com o objetivo de favorecer a compactação.

O grão de milho moído foi inoculado com o inoculante “KERA SIL-grão úmido” (*Lactobacillus plantarum* + *Propionibacterium*) da KERA Nutrição Animal (RS), visando a garantia da fermentação desejada após a ensilagem, sendo este inoculante misturado à água limpa e sem cloro.

Foi utilizado um sistema de duas incógnitas visando obter a quantidade de água necessária para corrigir o grão seco com 14% de umidade para 35%, para 100 quilos de mistura:

$$\begin{cases} x \text{ milho (kg)} + y \text{ água (L)} = 100 \text{ kg da mistura} \\ 0,14x + y = 35 \end{cases}$$

O grão moído foi espalhado em chão acimentado e com auxílio de um regador foi umedecido com a mistura de KERA SIL-grão úmido, de maneira a conseguir maior homogeneidade na aplicação de acordo com as recomendações do fabricante (200g do inoculante para cada 50 toneladas de silagem, sendo dois litros da solução, com água, por tonelada ensilada). Ao fim do processo, o grão moído, já reidratado, foi compactado dentro de tambores revestidos com saco plástico (150x 90x 0,15 cm), retirado o máximo de ar e lacrado. Após 60 dias os tambores foram abertos de acordo com a necessidade de consumo dos animais. Obteve-se, após a compactação, a densidade de 1100 kg de silagem / m<sup>3</sup>.

Durante a utilização da silagem todos os cuidados referentes ao descarregamento do silo foram tomados, posto que a deterioração superficial das silagens de grãos é relativamente rápida (Jobim et al.,1997).

Microsilos em PVC foram feitos paralelamente aos silos de tambores, em duplicatas, e abertos nos períodos de 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias, para avaliação do pH, do nitrogênio amoniacal e dos AGV's.

### **3.4. Escore de Condição Corporal**

Os escores de condição corporal (ECC) foram avaliados no início e ao final de cada período experimental após os animais saírem da primeira ordenha do dia, logo após a pesagem e antes da primeira alimentação do dia, sempre pelas mesmas duas pessoas adotando critério de avaliação de escore com uma escala de 1 a 5 com intervalo de 0,25 pontos, como proposto por Wildman et al. (1982) e Edmonson et al. (1989).

### **3.5. Coleta e análises**

#### **3.5.1. Consumo**

O fornecimento da dieta foi feito duas vezes ao dia, uma pela manhã e outra à tarde, ambas após as ordenhas e em quantidade visando ter sobra de 5 a 10%. A dieta oferecida foi previamente pesada e antes do primeiro fornecimento do dia, em intervalo de 24 horas, a sobra foi retirada e pesada.

A silagem de grão de milho reidratado foi misturada à dieta, manualmente em tambores de plástico, no momento do fornecimento aos animais, para se evitar possíveis perdas nutricionais e/ou riscos de contaminação.

Do 15° ao 20° dia de cada período, amostras das dietas, das sobras, do volumoso e concentrados foram colhidas diariamente pela manhã, armazenadas em sacos plásticos devidamente

identificados e congeladas a -10°C. Ao fim de cada período de coleta as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas a -20°C.

### **3.5.2. Determinação e análise da produção total de fezes**

Do 16° ao 20° dia de cada período houve coleta total de fezes, 24 horas / dia. As fezes foram recolhidas em bandejas limpas e secas de plástico, pesadas e homogeneizadas manualmente. Posteriormente, foram retidas amostras representativas de 400 gramas do total diário sendo acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e armazenadas a -20°C.

### **3.5.3. Determinação de derivados de purina e balanço de compostos nitrogenados**

Foram obtidas amostras *spot* da urina de cada animal, no 17° dia de cada período experimental, aproximadamente 4 h após o oferecimento matinal do alimento, durante micção espontânea, conforme descrito por Valadares et al. (1999). Três alíquotas de 5 mL de cada amostra foram diluídas em 45 mL de uma solução contendo ácido sulfúrico (0,036 N), identificadas e armazenadas a -10°C.

Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas para quantificação dos derivados de purinas (ácido úrico e alantoína) e creatinina para estimação do volume urinário.

As concentrações de creatinina e ácido úrico foram determinadas utilizando *kits* comerciais da Bioclin (MG), pelo método do ponto final e analisadas por colorimetria a 510 e 520 nm, respectivamente. As concentrações de alantoína foram mensuradas segundo a técnica descrita por Chen e Gomes (1992) e analisadas por colorimetria a 522 nm.

O volume urinário usado para estimar a excreção diária de uréia, alantoína e ácido úrico das amostras *spot* de urina para cada animal foi obtido utilizando-se a concentração de creatinina e a excreção diária de creatinina (mg/kgPV/dia), de acordo com Chizzotti (2004) a partir da equação:

$VU (L) = PV \times \text{Excreção diária de creatinina} / [Creat]$ , sendo:

VU (L) = Volume Urinário médio (Litro)

PV = Peso Vivo (kg)

[Creat] = concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot* de urina

Para calcular o balanço de N no animal, foi calculada a perda de N nas fezes (g), na urina (g) e o N excretado no leite sob a forma de NNP (que corresponde a 2 vezes o valor de NUL, segundo DePeters e Ferguson (1992). Então, do total de N consumido foi calculado o teor de N, que foi excretado, ou transformado em proteína do leite.

A eficiência do uso do nitrogênio foi calculada dividindo-se o N-total médio do leite pela ingestão média de N-total da dieta (Broderick, 2003).

### **3.5.4. Padrão de fermentação da silagem de grão de milho reidratado**

O material processado foi ensilado em silos experimentais de PVC (50 cm de comprimento e 100 mm de diâmetro), com capacidade de aproximadamente 3,0 kg de MN. Os silos eram providos de válvulas do tipo *Bunsen*, de forma a impedir a entrada de ar e permitir o livre escape dos gases da

fermentação. Foram utilizados dois silos laboratoriais para cada tempo de armazenagem (1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56), com inoculante, totalizando 14 silos.

Os microsilos foram mantidos à sombra e em temperatura ambiente. Ao fim de cada tempo, as amostras foram abertas e prensada para obtenção de líquido, que foi filtrado em camada dupla de gaze e procedeu-se a determinação do pH.

Posteriormente, amostras do líquido foram colocadas em potes de vidros escuros, devidamente identificadas e congeladas, assim como amostras dos microsilos, que foram guardadas em sacos plásticos e devidamente identificadas e congeladas para análises. Para determinação das concentrações de nitrogênio amoniacal foi feita destilação com óxido de magnésio, tendo ácido bórico (4%) como solução receptora, e ácido clorídrico (0,0113 N) na titulação. Para determinação da MS total e da produção de AGV's, seguiu-se procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

### **3.5.5. Parâmetros da fermentação ruminal**

No 16º dia de cada período experimental, amostras de líquido ruminal das três vacas fistuladas foram coletadas no saco ventral, manualmente com um copo de alumínio, através da fístula ruminal. As amostras foram filtradas em camada dupla de gaze, para determinação do pH, do nitrogênio amoniacal e dos AGV's. As amostragens foram iniciadas duas horas antes da alimentação da manhã, permanecendo os animais com acesso normal aos alimentos durante o período que antecedeu a coleta. As amostragens do líquido ruminal foram realizadas a intervalos de duas horas, durante 24 horas, sendo os tempos classificados em -2, 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 e 22 horas, sendo o tempo 0 a hora do fornecimento da primeira suplementação. Um animal de cada tratamento foi amostrado. O pH do líquido foi determinado imediatamente após a amostragem, com um medidor portátil de pH, digital de bolso (PHTEK®, modelo pH 100).

Amostras de 50 mL de líquido ruminal foram acidificadas com 1 mL de ácido sulfúrico (50%) e armazenadas a -10°C para análises de nitrogênio amoniacal, no Laboratório de Nutrição Animal da UFMG. Outra alíquota de 8 mL de fluido ruminal foi misturada a 2 mL de ácido metafosfórico (25%) e armazenada a -10°C, para posteriores análises dos AGV's (acetato, propionato e butirato), no mesmo laboratório.

Ao final do experimento, as concentrações de nitrogênio amoniacal foram mensuradas utilizando a mesma técnica do líquido da silagem de grão úmido.

As concentrações dos AGV's foram determinadas após a centrifugação do líquido ruminal em centrífuga Sorvall RC-5B- Refrigerated Superspeed Centrifuge (Du Pont Instruments®) a 1110g por 10 minutos a 10°C, utilizando-se cromatografia gasosa num cromatógrafo de fase gasosa marca Shimadzu® modelo GC – 17ª com autoinjeter Shimadzu® CBM -101, acoplado a um microcomputador com software class-GC 10 versão 1,61. Os AGV's foram separados por uma coluna Nukol TM capilar de sílica fundida (10 m x 0,25 mm x 0,25 mm Film Thickness Supelco, INC., Bellefonte, PA).

### 3.5.6. Avaliação da produção e composição do leite

As vacas foram ordenhadas duas vezes por dia e a produção de leite foi medida do 15° ao 21° dia de cada período, com medidores de leite (“Milk meters” – tru-test Ltd, Auckland, New Zealand). No 20° e 21° dia de cada período, foram coletadas amostras de leite adicionando-se 8 mg de bromopol<sup>®</sup> para conservação e posteriores análises de proteína, gordura, lactose, utilizando-se o método de leitura infravermelho, com análise automatizada em aparelho Milco Scan104, Foss Electric<sup>®</sup>. Para determinação de nitrogênio uréico do leite (NUL) foi usado o método de colorimetria enzimática, em equipamento ChemSpeck 150<sup>®</sup> (Bentley Instruments, Chasca, MN).

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5%) foi obtida de acordo com NRC (1988):  $LCG\ 3,5\% = (0,432 \times PL) + [16,23 \times PL \times (PcG/100)]$ , sendo:

LCG 3,5% = Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (kg/dia);

PL = Produção de leite (kg/dia); PcG = Porcentagem de gordura (%)

A eficiência alimentar foi calculada para cada vaca, dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS de cada período experimental (Valadares Filho et al., 2002).

### 3.5.7. Análises da composição química e digestibilidade *in vivo* da matéria seca da dieta

Após abertura de cada tambor contendo a silagem de milho reidratado, foi retirada uma amostra a cada dia do 15° ao 21° dia, que foi colocada em saco plástico, identificada e congelada. Ao final de cada período, foi feito um *pool* das amostras descongeladas e retirada uma amostra para posteriores análises.

A composição das dietas totais calculadas, em termos de ingredientes (kg de MS) e da concentração de nutrientes na MS (%), está apresentada na tabela 2. A composição das dietas totais fornecidas está apresentada na tabela 3.

Após o término do experimento, as amostras das dietas totais, volumoso, concentrados, silagem de grão de milho moído reidratado e fezes foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas, colocadas em bandejas de alumínio após pesagem e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, sendo posteriormente retiradas da estufa e novamente pesadas à temperatura ambiente (Silva, 1990).

Depois da pré-secagem, foi feita uma amostra por animal / período. Essas amostras foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas Willey” (modelo 4, Arthur H. Thomas Co., Philadelphia PA), montado com peneira com crivos de 1 mm de diâmetro e acondicionadas em potes de plástico que permaneceram fechados até o momento de suas análises.

Foram feitas amostras compostas, por período experimental, da dieta oferecida, das sobras e das fezes. Foram feitas análises dos teores de matéria seca (MS) em estufa a 105 °C por 5 horas (Lenkeit e Becker, 1956), proteína bruta (PB), pelo método Kjeldahl (A.O.A.C., 1995), fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Van Soest et al. (1991), amido, segundo método descrito por McCleary et al. (1997), e determinação de cinzas, em mufla a 600 °C por 4 horas de acordo

Tabela 2. Composição calculada das dietas, em termos de ingredientes (kg de MS) e da concentração de nutrientes na MS (%)<sup>1</sup> de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM), de silagem de grão de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

<b>Variáveis dietéticas</b>	<b>MGSM</b>	<b>MRMS</b>	<b>MRMN</b>
<b>- Composição dietética, kg MN - *</b>			
Silagem de milho	35,30	35,30	35,30
Silagem de grão de milho reidratado	0,00	7,15	5,31
Milho, fubá	5,31	0,00	0,00
Soja, farelo	5,08	5,08	5,08
Uréia	0,08	0,08	0,08
Sal comum	0,05	0,05	0,05
SoyNúcleo <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50
Bicarbonato de Sódio	0,11	0,11	0,11
Calcário calcítico	0,10	0,10	0,10
TOTAL	46,53	48,37	46,53
<b>- Composição dietética, kg MS - *</b>			
Silagem de milho	12,70	12,70	12,70
Silagem de grão de milho reidratado	0,00	4,65	3,45
Milho, fubá	4,65	0,00	0,00
Soja, farelo	4,50	4,50	4,50
Uréia	0,08	0,08	0,08
Sal comum	0,05	0,05	0,05
SoyNúcleo <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50
Bicarbonato de Sódio	0,11	0,11	0,11
Calcário calcítico	0,10	0,10	0,10
TOTAL	22,69	22,69	21,49
<b>- Concentração, %MS - **</b>			
MS	48,76	46,90	46,18
PB	15,90	16,10	16,50
NDT	68,00	70,00	68,00
FDN	35,50	35,30	35,60
FDA	18,70	18,40	19,30
CNF	41,70	41,50	41,00
EE	2,70	2,80	2,70
Ca	0,70	0,70	0,80
P	0,40	0,40	0,40

<sup>1</sup> MS = matéria seca; PB = proteína Bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CNF = carboidrato não fibroso [100-(%PB+%EE+%FDN+%Cinzas)]; EE = extrato etéreo; Ca = cálcio; P = fósforo. <sup>2</sup> Suplemento mineral, vitamínico com leveduras e lasalocida: 13,5% Ca; 5,0% P; 2,9% Mg; 4,7% K; 9,3% Na; 4,0% S; 5,3 ppm Co; 300 ppm Cu; 650 ppm Fe; 25,6 ppm I; 1.530 ppm Mn; 12 ppm Se; 2.040 ppm Zn; 165.000 UI Vitamina A; 50.000 UI Vitamina D; 1.000 UI vitamina E; 28 ppm Biotina; 430 ppm Lasalocida; 2,1 x 10<sup>11</sup> UFC Levedura. \* = composição química dos alimentos obtida de Valadares Filho et al. (2006); Reis et al. (2001). \*\* = Estimado, NRC (2001).

Tabela 3. Composição com base na matéria seca das dietas totais fornecidas às vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM), de silagem de grão de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

	TRATAMENTOS		
	MGSM	MRMS	MRMN
	- Concentração, % MS -		
MS <sup>1</sup>	46,58	44,81	41,55
PB <sup>1</sup>	16,12	15,63	16,63
NDT <sup>1</sup>	67,78	69,20	67,10
FDN <sup>1</sup>	35,68	35,92	35,11
CNF <sup>1</sup>	40,19	41,14	40,87
MO <sup>1</sup>	93,05	93,21	93,09
AMIDO	23,73	22,19	22,12

<sup>1</sup> MS = matéria seca; PB = proteína Bruta; NDT = nutrientes digeríveis totais; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidrato não fibroso [100-(%PB+%EE+%FDN+%Cinzas)]; MO = matéria orgânica.

com A.O.A.C (1990). Todas as análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado pela fórmula: MO = 100 – teor de cinzas.

A digestibilidade *in vivo* foi avaliada por meio da análise da coleta da dieta, sobra e fezes total. Para estimar a digestibilidade aparente (DA) para MS, PB, MO, FDN foram utilizados, de acordo com o NRC (1988), os dados de produção fecal total (PFt) e consumo total de matéria seca (CMS), onde:

$$DA = \frac{(CMS \times \%A \text{ consumido}) - (PFt \times \%A \text{ fecal})}{CMS \times \%A \text{ consumido}}, \text{ sendo } \%A = \% \text{ do nutriente que se quer avaliar}$$

### 3.5.8. Análise Estatística

As análises estatísticas para consumo, digestibilidade, produção, composição do leite, excreção de derivados de purina, peso vivo e ganho de peso diário foram executadas utilizando-se o Proc Mixed do SAS (1989), para Quadrado Latino, com análise de contrastes, segundo o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + P_k + VI(Q_j) + T_i * P_k + E_{ijkl}$$

Sendo,

$Y_{ijkl}$  = observação do tratamento i, do quadrado j, no período k, da vaca l.

$\mu$  = média geral;

$T_i$  = efeito do tratamento i;

$Q_j$  = efeito do quadrado j;

$P_k$  = efeito do período k;

$VI(Q_j)$  = efeito da vaca l (dentro do quadrado j);

$T_i * P_k$  = interação entre o efeito do tratamento i e o efeito do período k;

$E_{ijkl}$  = variação aleatória atribuída ao tratamento  $i$ , no quadrado  $j$ , do período  $k$ , na vaca  $l$ .

A análise estatística para o estudo da fermentação ruminal foi realizada no programa misto para quadrado latino do SAS 6.12 (Proc Mixed) com parcelas subdivididas e análise de contrastes, segundo o modelo, pelo teste Tukey:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + Q_j + P_k + V_l(Q_j) + T_i * P_k + E_{ijkl} + Z_m + T_i * Z_m + E_{ijklm}$$

Sendo,

$Y_{ijklm}$  = observação do tratamento  $i$ , do quadrado  $j$ , no período  $k$ , da vaca  $l$ , no tempo  $m$ .

$\mu$  = média geral;

$T_i$  = efeito do tratamento  $i$ ;

$Q_j$  = efeito do quadrado  $j$ ;

$P_k$  = efeito do período  $k$ ;

$V_l(Q_j)$  = efeito da vaca  $k$  dentro do quadrado  $j$ ;

$T_i * P_k$  = interação entre o efeito do tratamento  $i$  e o efeito do período  $k$ ;

$E_{ijkl}$  = erro aleatório atribuído à parcela do tratamento  $i$ , quadrado  $j$ , período  $k$ , da vaca  $l$ .

$Z_m$  = efeito do tempo de avaliação  $m$ ;

$T_i * Z_m$  = interação entre tratamento  $i$  e tempo de avaliação  $m$ ;

$E_{ijklm}$  = erro aleatório atribuído à subparcela do tratamento  $i$ , no quadrado  $j$ , do período  $k$ , da vaca  $l$ , no tempo  $m$ .

As médias foram comparadas utilizando-se o Teste Tukey.

Para o estudo de escore de condição corporal foi realizado o teste de análise estatística não paramétrica.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Padrão de fermentação da silagem de grão de milho úmido**

Em decorrência dos dias após a ensilagem e do pequeno número de repetições, não houve equações de regressão significativas ajustadas para as variáveis, presentes na tabela 4, de pH, matéria seca total (MST), concentrações de acetato, propionato, butirato, ácido lático e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>).

Houve pequena variação das perdas de MS das silagens sobre o tempo, como foi observado por Ítavo et al. (2006), sendo a média encontrada parecida com os valores encontrados por Jobim et al. (1997) e por DeBrabander et al. (1992), 63,9% e 61,4%, respectivamente, em silagens de grãos úmidos de milho. No entanto, os valores de MS foram inferiores aos obtidos por Reis et al. (66,7%; 2001) e Petit e Santos (71,9%; 1996) com milho de alta umidade.

Ressalta-se que o valor médio de pH obtido neste ensaio a partir do 56º dia após a ensilagem foi de 3,95 unidades, com ácido lático estabilizado, portanto, dentro da faixa ideal de 3,8 a 4,2, recomendado por Van Soest (1994). Ítavo et al. (2006), avaliando silagens de grão úmido de

milho inoculadas ou não, encontraram pH de 3,97 e 3,92, respectivamente, com 64 dias após a ensilagem.

Tabela 4. Valores médios de pH, matéria seca total (MST), concentrações de acetato, propionato, butirato, ácido láctico e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), em porcentagem na MS, de microsilos de silagem de grão de milho reidratado abertos nos tempos 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem e analisados em duplicatas

Dias após Ensilagem	pH	MST	AGV's (Média das Duplicatas) %MS				
			Acetato	Propionato	Butirato	Ácido Láctico	N-NH <sub>3</sub>
1	5,61	64,01	0,06	0,00	0,00	0,34	0,66
3	4,67	63,07	0,06	0,00	0,02	0,43	3,18
5	4,42	61,76	0,10	0,00	0,05	2,74	3,68
7	4,17	64,19	0,19	0,00	0,02	2,02	3,45
14	4,06	62,50	0,08	0,00	0,13	2,90	7,60
28	3,91	62,99	0,17	0,00	0,04	3,92	7,96
56	3,95	61,83	0,15	0,00	0,04	4,30	8,71
Média	4,40	62,91	0,12	0,00	0,04	2,37	5,01

Foi observado, para a variável N-NH<sub>3</sub> com base na MS, um aumento com o passar dos dias após ensilagem. Sebastian et al. (1996) avaliando silagens de grão úmido de milho inoculadas ou não, também encontraram aumento dos teores de N-NH<sub>3</sub>, com média de 5,05% na MS, em função dos dias após a ensilagem, que condiz com o valor médio, encontrado no experimento, de 5,01% da MS.

Valores crescentes de ácido láctico foram encontrados com o passar dos dias após a ensilagem, sendo a média de produção de 2,37% na MS, estando, com isso, dentro da concentração padrão considerada como a ideal para assegurar boa estabilidade das silagens de grãos, que é de 1 a 3 % na MS, segundo Mahanna (1994).

Trabalhos de outros autores também registraram concentrações de ácido láctico próximas às observadas neste experimento. Destacam-se os resultados obtidos por Stock et al. (1991), que registraram concentrações de ácido láctico por volta de 2,40% na MS para a silagem de grãos úmidos de milho em várias amostragens entre 120 e 365 dias de armazenagem.

Em relação às concentrações de acetato e butirato houve valores crescentes em relação ao tempo. Os valores registrados na Tabela 4 estão de acordo com os parâmetros estimados como ideais para uma boa estabilidade da silagem de grãos úmidos de milho. Segundo Mahanna (1994), a concentração de acetato deve ser menor que 0,1%, de propionato entre 0 e 1%, e de butirato menor que 0,1% na MS, para que a silagem de grãos úmidos apresente boa estabilidade após a abertura dos silos.

Os resultados obtidos no presente experimento são semelhantes aos observados por Jobim et al. (1999), que registraram 0,13% de acetato e ausência de propionato e butirato, em silagens de grão úmido de milho com 66,7% de MS e pH de 3,50.

#### 4.2. Consumo da dieta total e digestibilidade aparente

As análises bromatológicas da dieta total que foi disponibilizada para os animais consumirem estão apresentadas na tabela 5. Observou-se que os valores médios das dietas ofertadas praticamente não sofreram alteração em relação à dieta calculada pelo NRC (2001).

Os parâmetros de consumo (MS, % de MS em relação ao peso vivo, PB, FDN, % de FDN em relação ao peso vivo, MO, amido) estão na tabela 6 e a estimativa de digestibilidade aparente encontra-se na tabela 7. O consumo de MS, assim como, consumo de MS%PV, PB, FDN, FDN%PV, MO e amido diferiram ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos pelo teste Tukey.

A ingestão de MS pelas vacas do tratamento MGSM (20,74 kg/dia) foi maior ( $P < 0,05$ ) do que no tratamento MRMS (19,12 kg/dia) e no tratamento MRMN (17,85 kg/dia), o que condiz com estudos de Ying et al. (1998) que, ao substituírem o grão seco moído por silagem de grão de milho úmido, relataram uma menor ingestão de MS, que pode ocorrer como resposta da taxa de passagem do amido de milho seco ter sido maior do que para milho úmido, em experimentos com novilhas gestantes antes do parto e após o parto, ou que foi devido a diferenças de características físicas entre os dois tratamentos. Vacas, ao consumirem dietas contendo carboidratos de fácil digestão ruminal, controlam o consumo de acordo com suas exigências em energia (Forbes, 1993), explicando, assim, o menor consumo de MS pelos tratamentos MRMS e MRMN.

Tabela 5. Valores médios, em porcentagem, de MS, PB, FDN, MO e AMIDO, das dietas totais oferecidas para as vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

	DIETAS		
	MGSM	MRMS	MRMN
	Concentração, % MS		
MS	46,58	44,81	41,55
PB	16,12	15,63	16,63
FDN	36,27	35,92	37,76
MO	93,05	93,21	93,09
AMIDO	23,73	22,19	22,12

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; MO: matéria orgânica.

Oba e Allen (2003b), ao compararem dietas isoproteicas (18%), de alto e baixo teor de amido com silagens de grão úmido de milho ou milho seco, utilizando um mesmo híbrido de milho (Pioneer 3730), encontraram redução no consumo ( $P < 0,05$ ) de MS total, quando substituíram o milho seco pela silagem de grão úmido de milho em dietas de vacas da raça Holandês com alta porcentagem de amido (33% na MS), mas não encontraram diferenças ( $P > 0,05$ ) quando o grão úmido substituiu o grão seco em dietas de baixa porcentagem de amido (21% na MS).

Knowlton et al. (1998) também encontraram diminuição de 1,1 kg no consumo de MS quando a silagem de grão úmido de milho substituiu o milho seco moído no concentrado de vacas confinadas (20,7 e 21,8 kg dia/MS, respectivamente).

García et al. (2010) relataram que é de se esperar que a maior digestibilidade do amido ocorrida em dietas com silagem de grão úmido de milho possa aumentar a produtividade das vacas leiteiras, sempre que estas dietas forem consideradas baixas na concentração de amido (<30% na MS).

Aldrich et al. (1993) comparando dietas com milho moído seco e dietas com silagem de grão de milho não observaram efeito ( $P>0,05$ ) do tipo de processamento do grão sobre o consumo de amido e, Wilkerson et al. (1997) avaliando dietas com milho seco (moído ou em grão) e silagem de milho úmido (moído ou em grão) não observaram efeito ( $P>0,05$ ) no consumo de proteína, quando o consumo de MS foi igual. Talvez por isso, com maior ingestão de MS no tratamento MGSM, houve aumento no consumo de proteína (3,60 kg/dia), MO (19,31 kg/dia) e amido (5,00 kg/dia) quando comparado ao MRMS (2,96; 17,81; 4,23 kg/dia, respectivamente) e ao MRMN (3,04; 16,61; 3,94 kg/dia, respectivamente).

O maior consumo de FDN ( $P<0,05$ ) no tratamento MGSM (7,46 kg/dia), comparado aos tratamentos MRMS (6,48 kg/dia) e MRMN (6,32 kg/dia), está de acordo com Santos et al. (2001) que notaram um maior consumo voluntário de FDN ( $P<0,05$ ) para os tratamentos com milho moído seco, comparados com o milho processado, devido ao maior consumo de MS para o tratamento milho moído seco.

Tabela 6. Valores médios da ingestão de MS, MS%PV, PB, FDN, FDN%PV, MO, AMIDO por vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

Consumo	DIETAS			EPM <sup>1</sup>	P*
	MGSM	MRMS	MRMN		
MS, kg	20,744 A	19,121 B	17,851 B	1,117	< 0,01
MS %PV	3,643 A	3,363 B	3,1311 B	0,206	< 0,01
PB, kg	3,609 A	2,961 B	3,040 B	0,270	< 0,01
FDN, kg	7,467 A	6,487 B	6,323 B	0,686	< 0,01
FDN %PV	1,313 A	1,131 B	1,107 B	0,131	< 0,01
MO, kg	19,311 A	17,812 B	16,616 B	1,040	< 0,01
AMIDO, kg	5,008 A	4,236 B	3,946 B	0,327	< 0,01

<sup>1</sup>EPM = Erro Padrão da Média \* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ( $P<0,05$ ) MS: matéria seca; MS%PV: % de matéria seca em relação ao peso vivo; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDN%PV: % de fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo; MO: matéria orgânica.

A digestibilidade aparente é diferente da digestibilidade verdadeira por se tratar da digestibilidade de um nutriente sem considerar as perdas por secreções endógenas, tais como secreções biliares,

enzimáticas e descamações celulares. Somente uma parte da proteína ou gordura encontrada nas fezes é proveniente do alimento testado, não permitindo ter exatamente a determinação do total de proteína e/ou energia ingerida e excretada nas fezes para fornecer um valor preciso de digestibilidade e, assim, expressar o real aproveitamento do nutriente pelo animal (Young et al., 1991). Por esse motivo, os resultados de digestibilidade foram expressos de forma aparente (DA).

Quanto à digestibilidade aparente, os tratamentos não diferiram ( $P > 0,05$ ) para a maioria das análises. Somente a digestibilidade da FDN foi menor ( $P < 0,05$ ) para a MRMN (39,42%). Santos et al. (1997) observaram que as grandes reduções nas digestibilidades de fibra para as dietas com maior quantidade de amido foram associados com acidose subaguda, o que pode ter ocorrido com algumas vacas do experimento.

De acordo com Smith e Hungate (1973), alta concentração de amido digestível na dieta, faz haver um efeito inibitório sobre a digestão de FDN porque sua rápida fermentação por bactérias inibe a hidrólise das fibras. Oba e Allen (2003a), relataram que a taxa de digestão para a FDN potencialmente digestível (FDN<sub>pd</sub>) diminuiu em 15% no tratamento de milho de alta umidade (33%) em comparação com o tratamento do milho seco moído (2,70 e 3,18% / h, respectivamente;  $P < 0,05$ ).

O consumo de carboidratos de fácil digestão ruminal das dietas MRMS e MRMN, fez com que houvesse rápida queda do pH ruminal ( $\text{pH} < 5,6$ ; Figura 1), criando ambiente desfavorável aos micro-organismos que degradam as fibras, afetando na digestibilidade de FDN.

A digestibilidade do amido foi igual ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos devido ao possível deslocamento do local de digestão do amido do rúmen para o intestino, fazendo com que haja maior digestão do amido no intestino grosso para o tratamento de milho moído seco em comparação com o milho úmido (Oba e Allen, 2003b).

Tabela 7. Valores médios da digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), da fibra em detergente neutro (FDN), da matéria orgânica (MO) e do AMIDO de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

Digestibilidade aparente (%)	DIETAS			EPM <sup>1</sup>	P
	MGSM	MRMS	MRMN		
MS	64,95	66,55	63,98	2,211	0,076
PB	74,13	74,31	74,92	3,546	0,887
FDN	47,13 A	42,33 AB	39,42 B	5,834	0,042
MO	67,14	68,56	66,38	2,378	0,179
AMIDO	88,87	89,44	88,54	1,347	0,382

<sup>1</sup>EPM = Erro Padrão da Média; \* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ );

O fato da digestibilidade do amido ter sido igual em todos os tratamentos, mas com menor valor de digestibilidade da FDN para o tratamento MRMN reflete os pensamentos de Knowlton et al.

(1996) e Wilkerson et al. (1997). Ambos relataram que a maior parte da diferença entre o milho moído seco e a silagem de grão de milho úmido é causada por um pequeno aumento na digestibilidade do amido, sendo parte desse aumento compensada por uma redução na digestibilidade de FDN.

Nussio et al. (2002) relataram que a suplementação exclusiva de milho processado causa efeito negativo na digestão de fibra. Esses autores utilizaram a mesma dieta contendo silagem de milho, com inclusões de grão de milho seco moído, e observaram que as quantidades de amido degradável no rúmen foram excessivas, o que fez com que as menores digestibilidades da FDN ocorressem no tratamento de milho processado ( $P < 0,05$ ).

### 4.3. Produção e composição do leite e ganho de peso

Os valores de produção e da composição do leite dos tratamentos estão apresentados na tabela 8. Os valores médios de peso vivo, ganho de peso e escore corporal estão apresentados na tabela 9.

Tabela 8. Valores médios para produção e composição de leite de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

Variáveis	DIETAS			EPM <sup>1</sup>	P
	MGSM	MRMS	MRMN		
Leite, kg/dia	35,55	34,97	34,40	1,842	0,434
LCG 3,5%	35,76	34,05	34,62	1,897	0,186
Gordura, %	3,606	3,407	3,602	0,241	0,173
Gordura, kg/dia	1,252	1,145	1,199	0,088	0,066
Proteína, %	3,281	3,248	3,261	0,092	0,758
Proteína, kg/dia	1,142	1,102	1,090	0,068	0,271
NUL (mg/dL)	20,405	18,285	18,500	2,010	0,080
Leite/CMS	1,710 B	1,833 AB	1,922 A	0,101	0,002
Proteína/CPB	0,322 B	0,375 A	0,368 A	0,031	0,005
Leite/CAMIDO	7,098 B	8,354 A	8,761 A	0,608	0,0001
LCG3,5%/CMS	1,723 B	1,780 B	1,940 A	0,099	0,002
LCG3,5%/CAMIDO	7,140 C	8,038 B	8,773 A	0,464	0,0001

<sup>1</sup>EPM = Erro Padrão da Média;

\* Médias seguidas com letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ );

Leite/ CAMIDO = relação produção de leite: consumo de amido; Leite/CMS = relação produção de leite: consumo de MS total; LCG3,5%/CAMIDO = relação produção de leite corrigido para 3,5% de gordura: consumo de amido; LCG3,5%/CMS = relação produção de leite corrigida para 3,5% de gordura: consumo de MS; NUL = Nitrogênio Uréico do Leite; Proteína/ CPB = relação produção de proteína do leite: consumo de PB.

A produção e a composição do leite não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, corroborando com Broderick et al. (2002), que ao substituírem a silagem de grão úmido pelo grão seco moído não observaram diferenças na produção ou na composição do leite, relatando que a digestão pós

ruminal do amido do grão seco compensou a alta digestibilidade ruminal apresentada nas vacas que consumiram silagem de grão de milho úmido.

Clark (1975) não encontrou diferença ( $P>0,05$ ) no consumo de matéria seca (CMS) e na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, entre vacas alimentadas com silagem de milho de alta umidade ou milho seco. Reis et al. (2001), quando substituíram o milho seco moído por silagem de grão úmido de milho moído fino ou moído grosso, na dieta de vacas de alta produção, também não observaram diferença na produção de leite. Oba e Allen (2003b) encontraram redução na produção de leite e de gordura ( $P<0,05$ ), quando substituíram o milho seco pela silagem de grão úmido em dietas de vacas com alta porcentagem de amido (33% da MS), mas não encontraram diferenças ( $P>0,05$ ) quando o grão úmido substituiu o grão seco em dietas de baixa porcentagem de amido (21% da MS).

Os teores de gordura do leite não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelas dietas (Tabela 8). San Emeterio et al. (2000) e Soriano et al. (2000) também não observaram efeitos de diferentes formas de processamento de milho sobre a gordura. A produção diária de gordura, apesar de não ter diferido ( $P>0,05$ ) entre as dietas, foi observada uma tendência ( $P=0,0666$ ) de ser menor nas dietas MRMS (1,145 kg/dia) e MRMN (1,199 kg/dia). Dhiman et al. (2002) observaram que a alimentação de vacas com milho processado resultou em uma redução na gordura do leite em comparação ao milho moído seco, o que poderia ser explicado pela menor produção de leite ou, segundo Yu et al. (1998), associada à maior taxa de hidrólise do amido.

Os teores de proteína não diferiram ( $P>0,05$ ), porém a produção de proteína em relação ao consumo de proteína foi melhor ( $P<0,05$ ) nos tratamentos MRMS (0,375) e MRMN (0,368). Esses resultados corroboram com estudos que mencionaram que dietas com milho processado, por possuírem carboidratos rapidamente fermentáveis, aumentam a energia disponível no rúmen e geram aumento na concentração de propionato (Jenkins e McGuire, 2005), favorecendo um maior fluxo de proteína microbiana para o duodeno, aumentando a quantidade total de proteína no intestino. A melhor eficiência em produção de proteína para os tratamentos MRMS e MRMN também se deve ao menor consumo de proteína (Tabela 5) pelos animais que foram submetidos a esses tratamentos, produzindo a mesma quantidade de proteína que os animais do tratamento MGSM.

Assim, há uma melhora na qualidade da proteína metabolizável, uma vez que a proteína microbiana tem um excelente perfil de aminoácidos essenciais, principalmente em termos de lisina e metionina, resultando em aumento no percentual de proteína do leite (Schwab, 1994). Quanto mais aminoácidos forem absorvidos, mais substrato haverá para a síntese de caseínas e proteínas do leite (Mattos, 2005).

Os teores de nitrogênio ureico do leite não diferiram ( $P>0,05$ ; Tabela 2) entre as dietas, confirmando Reis et al. (2001) e Dhiman et al. (2002), que não observaram mudanças no teor de nitrogênio ureico no leite entre diferentes processamentos de milho. No entanto, Theurer et al. (1995) mostraram que o aumento da fermentação do amido no rúmen resultou em aumento da

síntese de proteína microbiana, que foi associada a uma maior síntese de proteínas pela glândula mamária.

Entre as dietas, o NUL de vacas alimentadas com a dieta MGSM tendeu ( $P=0,080$ ; Tabela 8) a um valor mais alto de NUL (20,40 mg/dL), o que pode ser explicado pela menor energia liberada dentro do rúmen (Grant, 2005), que limitaria o uso do nitrogênio produzido na fermentação ruminal e ocasionaria aumento na absorção de amônia. Essa tendência do NUL ser numericamente menor para os tratamentos MRMS e MRMN, juntamente com a tendência da concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminal (Tabela 10) em seguir o mesmo parâmetro ( $P=0,108$ ), mostra que a silagem de grão de milho moído reidratado pode estar criando um melhor padrão de fermentação para proveito do nitrogênio disponível.

Sutton et al. (1987) relataram menor digestibilidade do nitrogênio, alta digestibilidade da FDN e similar digestibilidade da matéria orgânica quando vacas lactantes foram alimentadas com carboidratos fibrosos de alta degradabilidade (polpa de citrus ou de beterraba) comparadas com alimentos ricos em amido. Aparentemente as dietas com maior quantidade de amido de alta disponibilidade têm melhor utilização do nitrogênio (García et al., 2010).

A produção de leite em relação ao consumo de MS teve melhores resultados ( $P<0,05$ ) para a dieta MRMN (1,92), o que vai de encontro aos trabalhos de Theurer et al. (1995) e Wilkerson et al. (1997), os quais mostraram que o aumento da degradabilidade ruminal do amido utilizando o grão de alta umidade resultou em melhor conversão, já que a ingestão de MS da dieta MRMN (17,85) foi menor ( $P<0,05$ ) que das outras dietas e a produção de leite foi igual ( $P>0,05$ ; Tab. 8).

A produção diária de leite corrigida para 3,5% de gordura em relação ao consumo de MS e em relação ao consumo de amido foram melhores ( $P<0,05$ ) para a dieta MRMN (1,79), assim como relatado por Santos et al. (2001), os quais mostraram que a eficiência alimentar (LCG3,5%/CMS) tendeu a ser melhorada. O aumento da degradabilidade ruminal dos carboidratos não estruturais da dieta, devido a substituição do milho moído seco por milho processado, teve efeito benéfico no desempenho de vacas leiteiras em termos de consumo de MS e eficiência alimentar.

O peso vivo, ganho de peso diário e os escores dos animais não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, demonstrando que os animais estavam em condição corporal adequada para um bom desempenho de produção de leite, como observado por Ferguson et al. (1994).

Ferguson et al. (1994), analisando o peso de vacas leiteiras e seus respectivos problemas relacionados às dietas mal balanceadas, sugeriram que vacas ao início da lactação devem ter como escore corporal ideal  $3,00 \pm 0,25$  pontos, vacas no meio da lactação  $3,25 \pm 0,25$  e ao fim da lactação  $3,50 \pm 0,25$ .

Yu et al. (1998) relataram que o peso vivo e escores de condição corporal não foram afetados pelo processamento de milho. Já Prior (1983) relatou que bovinos alimentados com dietas à base de grãos tiveram menores adipócitos e igual massa subcutânea devido ao aumento da hiperplasia dos adipócitos. Assim, vê-se que os animais alimentados com MRMN consumiram menos MS, produziram a mesma quantidade de leite, e mantiveram seu peso e escore corporal.

Tabela 9. Valores médios de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPV) e escore de condição corporal (ECC) de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

Variáveis	DIETAS			EPM*	P
	MGSM	MRMS	MRMN		
PV, kg <sup>1</sup>	573,3	572,9	574,5	9,795	0,936
GPV, kg/dia <sup>1</sup>	0,476	0,373	0,304	0,661	0,858
ECC <sup>2</sup>	3,250	3,500	3,250	1,462**	0,482

<sup>1</sup> Análise estatística pelo Teste de médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos (Lsmeans).

<sup>2</sup> A avaliação estatística para escore de condição corporal foi realizado pelo teste de análise estatística não paramétrica de Friedman; \* EPM = Erro Padrão da Média; \*\* Valor de Friedman = 1,462.

#### 4.4. Fermentação Ruminal

Os valores médios de pH e as concentrações médias de nitrogênio amoniacal, de acetato, propionato, butirato, de ácidos graxos voláteis totais e a relação acetato/propionato do líquido ruminal, podem ser observados na Tabela 10 .

Tabela 10. Valores médios de pH e concentrações médias de nitrogênio amoniacal, acetato, propionato, butirato, ácidos graxos voláteis totais, nitrogênio amoniacal e relação acetato/propionato do conteúdo ruminal de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

	DIETAS			EPM <sup>1</sup>	P
	MGSM	MRMS	MRMN		
pH	5,77	5,76	5,81	0,324	0,790
Acetato (mMol/dL)	13,450 A	10,183 B	12,442 A	3,491	0,001
Propionato (mMol/dL)	5,899	5,356	5,308	1,159	0,060
Acetato/Propionato	2,312 A	1,919 B	2,360 A	0,539	0,001
Butirato (mMol/dL)	1,742	1,599	1,783	0,427	0,165
AGV's Totais (mMol/dL)	21,091 A	17,139 B	19,534 AB	4,580	0,002
N-NH <sub>3</sub> (mg/dL)	14,360	15,202	12,029	6,550	0,109

<sup>1</sup>EPM = Erro Padrão da Média;

\*Médias seguidas com letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05);

AGV's Totais = ácidos graxos voláteis totais; N-NH<sub>3</sub> = nitrogênio amoniacal.

O comportamento do pH ruminal no período de 24 horas, pode ser observado na Figura 1.

O pH dos tratamentos não diferiram (P>0,05) entre si, porém os valores médios demonstraram ter havido uma constância de baixos valores em decorrência do tempo após a alimentação. Beauchemin et al. (2001) observaram que um pH abaixo de 5,8 já se começa a atingir a acidose subclínica. Essa situação resulta do consumo de grande quantidade de concentrado ou dietas com baixo teor de fibra fisicamente efetiva (Nocek, 1997).

Valores muito baixos de pH ruminal e oscilações ao longo do tempo (12 a 16 horas), principalmente após as refeições, foram observados nos tratamentos com silagem de grão de milho reidratado, o que reflete a maior degradabilidade ruminal do amido. Em bovinos deve ser considerada acidose subclínica quando o pH ruminal abaixa de 5,6/5,8 por mais de 12 horas/dia (Nocek, 1997; Duffield et al., 2004).

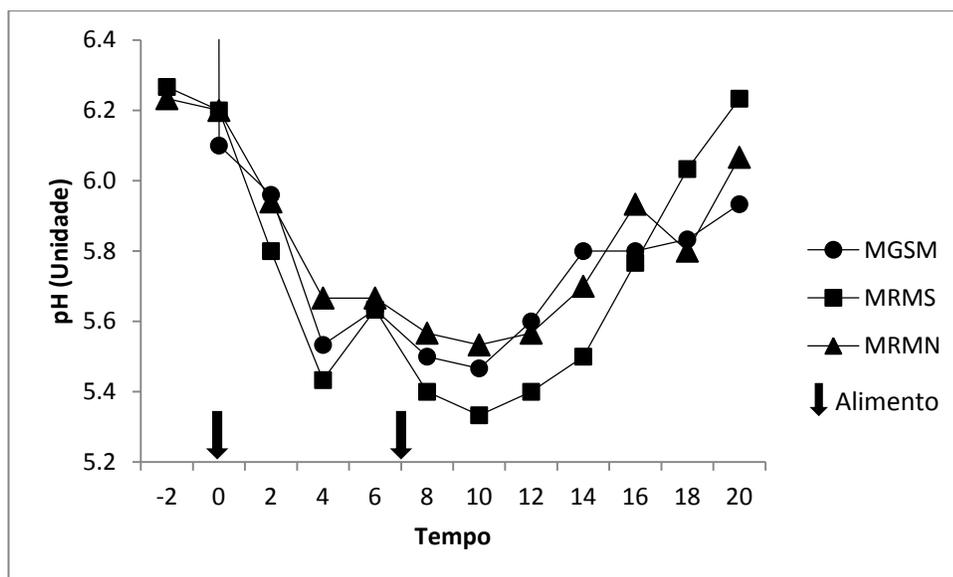


Figura 1. pH ruminal em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

A exigência nutricional mínima de CNF é aquela capaz de manter o aporte de energia para o animal e para os micro-organismos do rúmen. Para dietas com FDN acima de 19% da MS, a concentração de CNF tida como ótima é na faixa de 38 a 41% da MS, estando, então, as dietas testadas no experimento, de acordo com as recomendações. Sendo assim, os baixos valores de pH ruminal podem ser justificados pelas concentrações de amido contidas nas dietas adicionadas a um volumoso que, talvez, não possuísse uma boa efetividade de fibra.

Todos os valores mínimos de pH dos tratamentos (figura 1) foram observados três horas depois do segundo trato, confirmando Coelho et al. (2003), os quais alimentaram vacas com dietas distribuídas duas vezes ao dia em porções iguais e, observaram que o pH ruminal geralmente atinge o valor mais baixo de duas a seis horas após a alimentação, dependendo da natureza da dieta, e da rapidez com que é ingerida.

Santos et al. (2001) demonstraram que não houve efeito ( $P>0,05$ ) de diferentes processamentos de milho sobre os valores médios de pH ruminal.

Oba e Allen (2003c) não observaram relações entre a eficiência microbiana e a média diária de pH ruminal, nem com o pH ruminal diário mínimo, nem no tempo sob pH 6,0.

Essas flutuações no pH ruminal ao longo do tempo se devem às variações nas quantidades dos ácidos orgânicos que acumulam no conteúdo ruminal e da quantidade de saliva que é produzida (Hungate, 1966). Se a produção de ácidos graxos voláteis, pela fermentação bacteriana, excede a capacidade de tamponamento da saliva e de absorção pelo rúmen, reduzindo o pH ruminal abaixo do valor fisiológico por períodos variados, a acidose subclínica ocorre (Beauchemin et al., 2002).

Van Soest (1987), assim como Aldrich et al. (1993) e Nussio (1997), reportou uma diminuição dos valores de pH ruminal quando se utilizou uma fonte de amido mais degradável no rúmen. Porém, a diferença ( $P > 0,05$ ) ocorrida no presente estudo, entre os valores médios de pH ruminal dos tratamentos, estão de acordo com trabalhos de Joy et al. (1997), Plascencia e Zinn (1996) e Knowlton et al. (1998).

Soriano et al. (2000) não observaram diferenças no pH do rúmen de vacas suplementadas com 6 kg / dia de milho moído seco ou milho moído úmido. Flutuações ocorreram entre 5 a 8 horas após a alimentação, talvez influenciadas por ocorrência de saliva presente na ruminação.

Bargo et al. (2003) mencionaram não existir uma simples relação entre quantidade de concentrado e valor de pH. A interação entre quantidade e tipo de concentrado e o consumo de matéria seca e qualidade da forragem podem ser as explicações.

De acordo com dados do presente estudo, apesar da comprovada melhoria na utilização de uma fonte de amido mais disponível, uma alta utilização de fontes de amido promoveu uma queda acentuada no pH ruminal.

As concentrações molares de acetato, propionato, a relação acetato/ propionato, concentrações molares de butirato, ácidos graxos voláteis totais e nitrogênio amoniacal, no período de 24 horas, podem ser observados nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente.

A concentração de acetato no tratamento MRMN (12,44 mMol) não diferiu ( $P > 0,05$ ) em relação ao tratamento MGSM (13,45 mMol), fazendo com que o teor de gordura do leite ficasse igual (3,6%; tabela 7).

Menezes Jr. (1999) observou maior concentração de acetato em dietas contendo milho moído grosso comparado com milho processado.

As concentrações de propionato não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre as dietas. Plascencia e Zinn (1996) e Joy et al. (1997) verificaram diminuição na concentração molar de ácido acético e aumento na de ácido propiônico com o aumento da degradabilidade ruminal do amido.

Em estudos de Pelegrino (2008), as concentrações de ácido propiônico não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os tempos analisados e Souza (2000) avaliando o efeito de diferentes fontes de fibra na digestão ruminal de bovinos, também não observou diferença quanto a concentração de ácido propiônico.

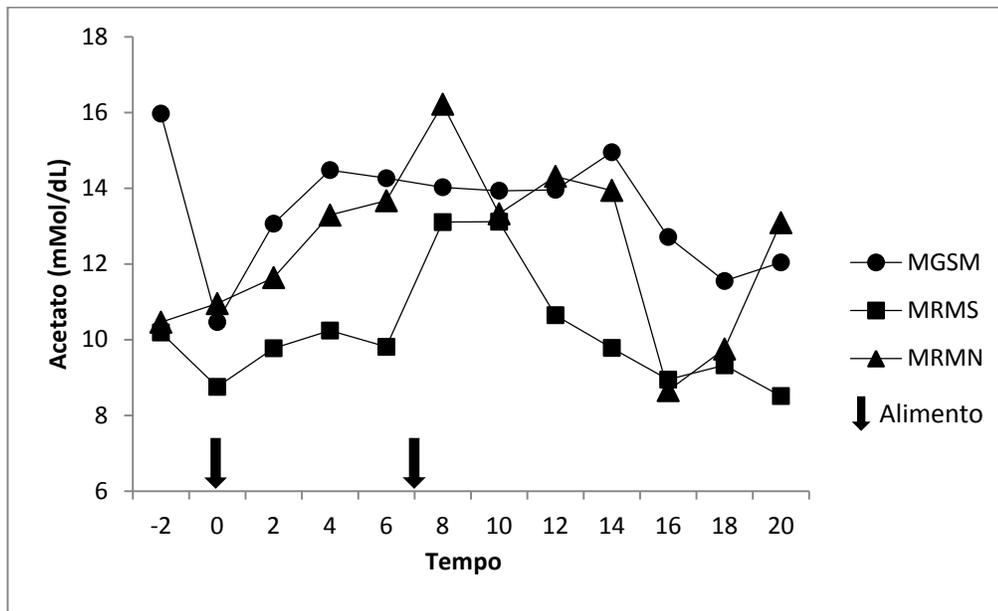


Figura 2. Concentrações de acetato (mMol/dL) em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado à base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

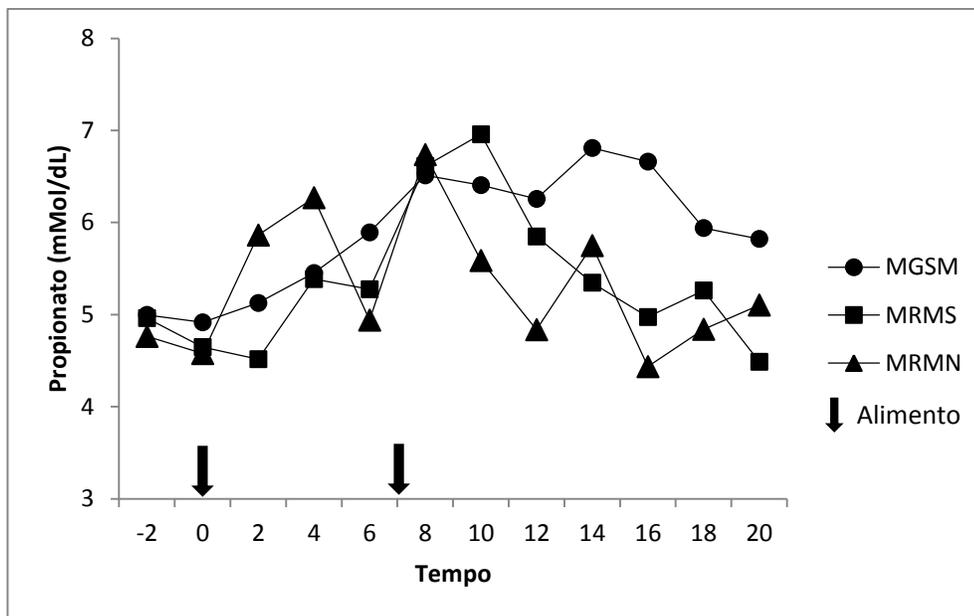


Figura 3. Concentrações de propionato (mMol/dL) em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

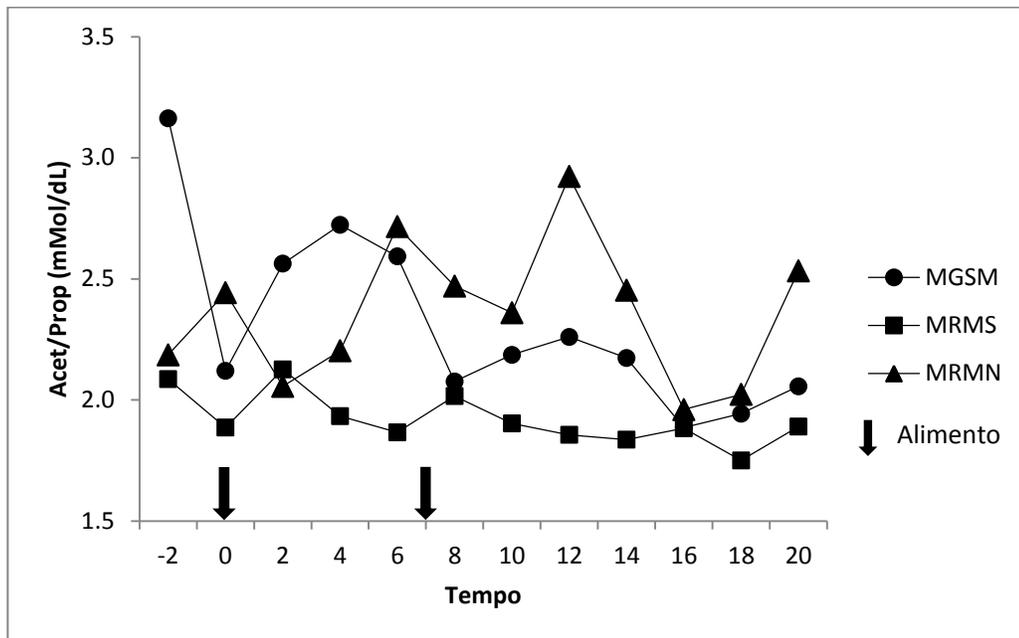


Figura 4. Relação acetato/propionato em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

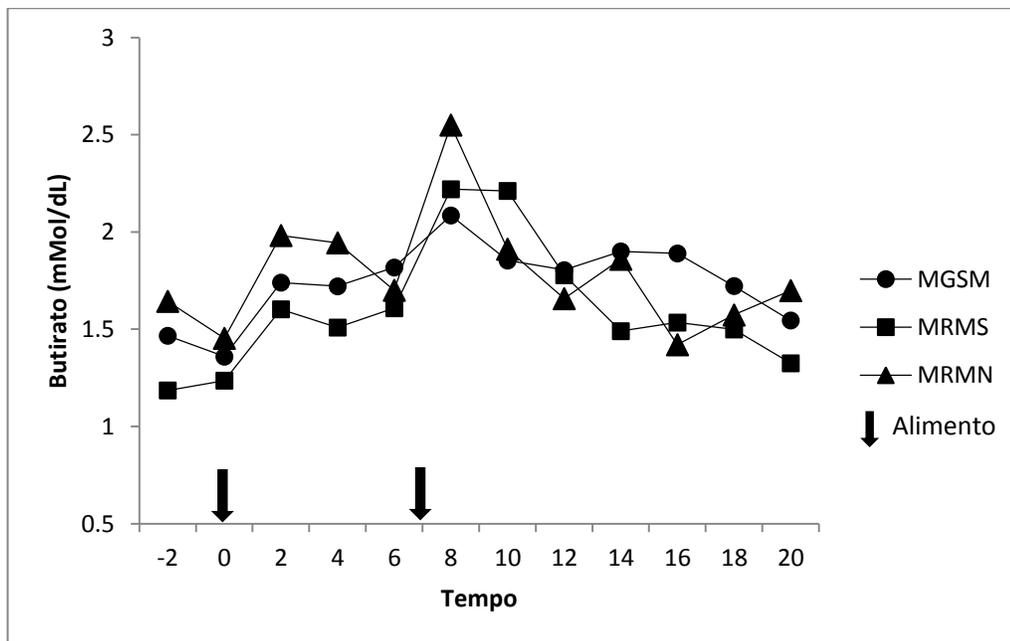


Figura 5. Concentrações de butirato (mMol/dL) em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para concentração de ácido butírico, concordando com Plascencia e Zinn (1996) e Joy et al. (1997) que não observaram efeitos significativos na proporção molar de butirato quando o grão processado substituiu o grão seco (Plascencia e Zinn, 1996; Joy et al., 1997).

Houve diferença ( $P<0,05$ ) na concentração de AGV's totais, sendo que o tratamento MGSM (21,09 mMol/dL) apresentou o maior valor. A concentração de AGV's no rúmen não é exclusivamente determinada pela taxa de produção pois os efeitos do tratamento sobre a taxa de absorção e a taxa de passagem, que são compensados pelos efeitos do tratamento, também interferem sobre a concentração de AGV's totais no rúmen (Oba e Allen, 2003a), sendo que, quanto mais AGV for produzido, mais será absorvido, até que uma constância seja atingida (Ítavo et al., 2000).

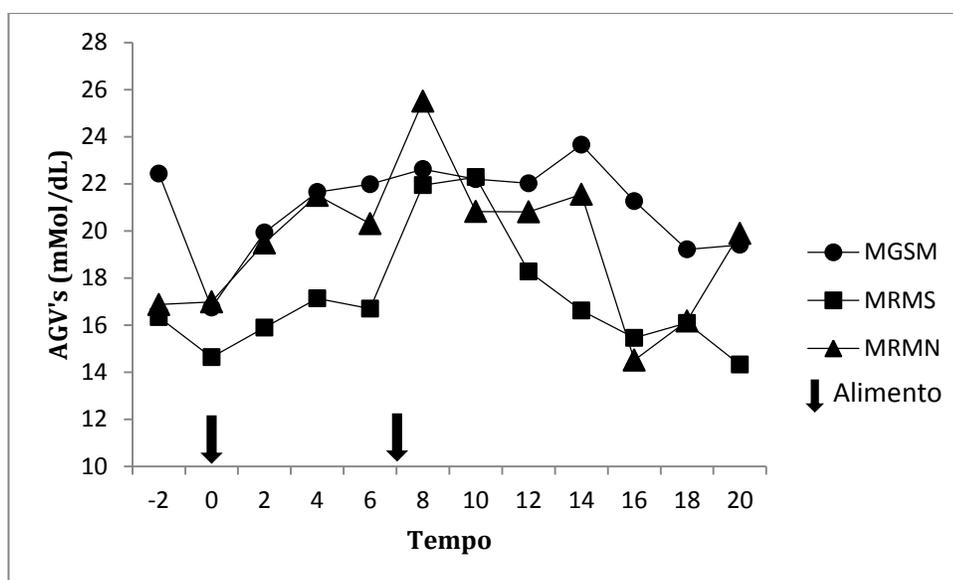


Figura 6. Concentrações de ácidos graxos voláteis (mMol/dL) totais em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

O manejo alimentar e a frequência diária de concentrado na dieta podem afetar a variação na concentração de AGV's totais. O padrão de fermentação ruminal pode ser modificado em função da dieta fornecida aos animais, o que leva a uma variação na proporção média de AGV's (Lana, 2005).

Observando respostas similares às do presente experimento, alguns autores citam que para vacas confinadas, de alta produção (acima de 30 kg de leite/dia), em que o teor de alimentos concentrados é elevado, a utilização da silagem de milho reidratado pode gerar excesso de amido fermentável no rúmen, assim, talvez seja necessária a inclusão de uma fonte de carboidratos diferente, ricos em FDN de alta digestibilidade, tal como a casca de soja (Ipharraguerre et al.,

2002) ou em pectina, como a polpa de citrus (Giardini, 1993; Santos et al., 2004), favorecendo a degradação da ração de forma a manter um pH mais estável (Nogueira et al., 2005).

Quanto às concentrações de N-NH<sub>3</sub> observadas neste estudo, não se notou diferença (P>0,05), apesar de Pires et al. (2008) relatarem que a concentração de amônia no rúmen foi inferior para as fontes de amido processadas quando comparadas às formas moídas secas, indicando fermentação ruminal mais ativa. Nussio et al. (2002) avaliando fontes de amido de diferentes degradabilidades em dietas para vacas leiteiras, encontraram concentrações de nitrogênio amoniacal de 13,67 mg/dL para dietas contendo milho moído fino, 14,48 mg/dL para dietas contendo milho moído grosso e 11,84 mg/dL para dietas contendo milho floculado.

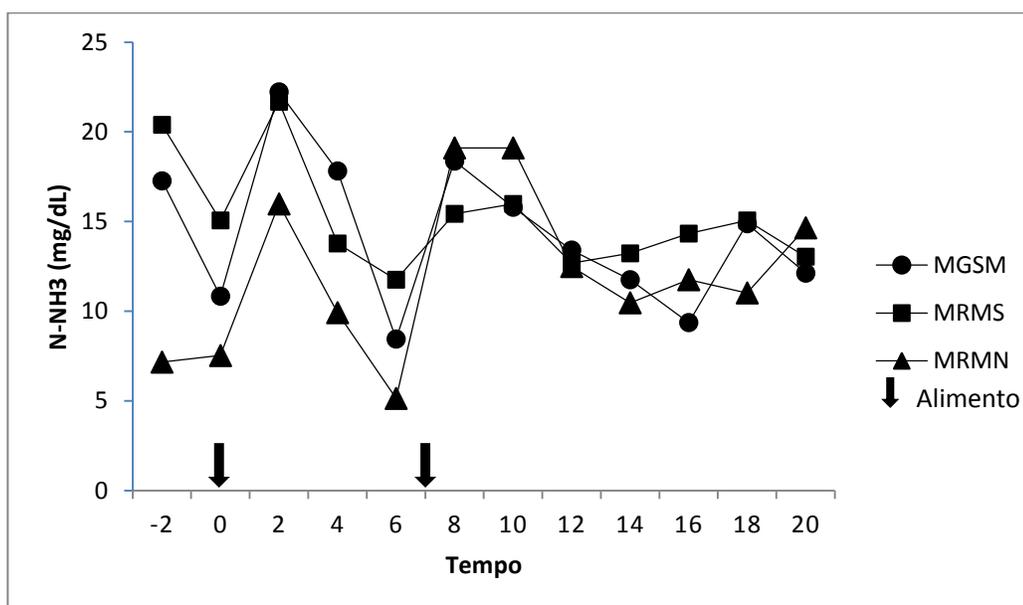


Figura 7. Concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/dL) em função do tempo relativo à primeira refeição do dia de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

As concentrações médias de N-NH<sub>3</sub> do fluido ruminal dos tratamentos deste experimento mantiveram-se acima do valor crítico mínimo de 5 mg/dL sugerido por Satter e Slyter (1974) para o crescimento microbiano.

O aumento ou diminuição da concentração de amônia no líquido ruminal depende do equilíbrio entre sua produção, utilização pelos micro-organismos e absorção pela parede ruminal, sendo que a utilização pelos micro-organismos depende da quantidade de energia disponível para haver a incorporação (Russell et al., 1992).

Oba e Allen (2003b) mostraram que a concentração de amônia não foi afetada (P>0,05) pelo método de conservação de grãos de milho, mas a concentração de amônia foi relativamente baixa para vacas alimentadas com dietas de milho úmido.

Mehrez et al. (1977) afirmaram que o máximo de atividade fermentativa ruminal é obtido quando o N-NH<sub>3</sub> alcança valores entre 19 e 23 mg/dL, e Van Soest (1994) citou como nível ótimo 10mg/dL.

Knowlton et al. (1998) compararam milho seco moído com silagem de grão úmido e encontraram menor digestibilidade de nitrogênio e maior fluxo de N microbiano nas fezes das vacas alimentadas com milho seco moído.

A taxa de absorção de amônia por ruminantes sugere que a disponibilidade de energia ou falta de sincronia entre os oferecimentos de energia e nitrogênio, limitam o uso do nitrogênio disponível pelos micro-organismos ruminais (Huntington, 1997).

A otimização do crescimento microbiano pode ser a mais lógica estratégia para suprir os requisitos de aminoácidos das vacas leiteiras, já que a proteína microbiana é de grande qualidade (Buttery e Foulds, 1985) e porque os produtos finais da fermentação ruminal conseguem fornecer a maior parte dos requisitos energéticos dos ruminantes (Sutton, 1985).

#### **4.5. Produção urinária e balanço de compostos nitrogenados**

Os valores médios para o balanço de compostos nitrogenados se encontram na tabela 11. O volume urinário produzido não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelas dietas. O alto volume urinário das vacas em lactação pode ser explicado pelo seu maior peso vivo e, conseqüentemente, pelo maior consumo de MS, nitrogênio e água.

Foram encontradas diferenças ( $P<0,05$ ) quanto ao N Fecal e ao N Consumido, sendo os maiores valores observados no tratamento MGSM (144,44 g/dia e 577,78 g/dia, respectivamente). Houve, também, diferença ( $P<0,05$ ) na eficiência de utilização do nitrogênio (% de nitrogênio no leite em relação ao nitrogênio consumido), apresentando melhor resultado as dietas MRMS (36,15%) e MRMN (34,93%).

A eficiência de utilização do nitrogênio foi melhor ( $P<0,05$ ) para os tratamento MRMS e MRMN devido ao consumo de N ter sido menor ( $P<0,05$ ) em relação ao tratamento MGSM, mas com igual ( $P>0,05$ ) produção de leite e concentração de proteína no leite, corroborando as observações de Ipharraguerre e Clark (2005), os quais relataram que à medida que o consumo de N se aproxima de 600 g/d ( dietas com ~ 16,5% PB), há aumento insignificante de N no leite, diminuindo a eficiência.

Resultados de várias abordagens de pesquisa sugerem que a melhoria da eficiência no uso de N por vacas leiteiras, que na maioria das vezes não é superior a 30%, é a via mais promissora para diminuir as perdas de N, tendo efeitos prejudiciais mínimos sobre a produtividade e a lucratividade (Kohn et al, 1997; St-Pierre e Thraen, 1999).

A diferença ( $P<0,05$ ) no N fecal, sendo maior para o tratamento MGSM, ocorre devido ao maior consumo de PB mas, talvez, possa ser uma prova da menor eficiência de utilização do nitrogênio, por não ter havido a disponibilidade de energia da dieta no tempo ideal para o melhor aproveitamento da proteína.

Tabela 11. Volume urinário médio e concentrações de nitrogênio (N) na urina, no leite e nas fezes e eficiência de conversão de nitrogênio de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

	DIETAS			EPM <sup>1</sup>	P
	MGSM	MRMS	MRMN		
	L/dia				
Volume Urinário	18,709	17,476	18,570	2,287	0,475
	g/dia				
N Urina	208,890	185,560	203,330	33,246	0,328
NNP Leite	14,867	12,778	12,778	2,336	0,127
N Fecal	144,444 A	123,333 AB	121,111 B	17,198	0,022
N Consumido	577,780 A	473,330 B	486,670 B	43,631	0,001
N Leite	178,889	171,111	170,000	10,541	0,186
	% Consumido				
N Leite	30,961 B	36,150 A	34,931 A	3,022	0,005
N Fecal	24,999	26,056	24,885	3,555	0,914
N Urina	36,153	39,203	41,779	8,304	0,440

<sup>1</sup>EPM = Erro Padrão da Média;

\*Médias seguidas com letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05);

N Consumido = consumo de nitrogênio; N Fecal = nitrogênio fecal; N Fecal% = porcentagem de N das fezes em relação ao N consumido; N Leite = nitrogênio do leite; N Leite% = eficiência de utilização do nitrogênio (N Leite/ N consumido); NNP Leite = nitrogênio não proteico do leite; N Urina = nitrogênio ureico; N Urina% = porcentagem de N ureico em relação ao N consumido.

#### 4.6. Derivados de purinas

Os valores médios para derivados de purina podem ser encontrados na tabela 12. As concentrações de derivados de purinas não diferiram (P>0,05) entre os tratamentos e nem a relação alantoína/creatinina. Os derivados de purina originam-se de duas fontes, as purinas absorvidas no intestino delgado e as endógenas, ou seja, liberadas do metabolismo dos ácidos nucleicos (Chen e Gomes, 1992). O método de excreção dos derivados assume que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é essencialmente de origem microbiana e, após digestão intestinal dos nucleotídeos das purinas, os derivados (alantoína e ácido úrico) são excretados proporcionalmente na urina (Perez et al., 1996). Com isso, se não houve diferença entre os tratamentos, a absorção foi igual.

A creatinina é formada no tecido muscular pela remoção irreversível e não-enzimática de água do fosfato de creatina, originada do metabolismo de aminoácidos (Harper et al., 1982; Valadares et al.; 1997). Susmel et al. (1994) e Vagnoni et al. (1997) relataram que a excreção de creatinina é uma função constante relacionada ao peso vivo dos animais. O peso vivo dos animais não diferiram, então era de se esperar que as concentrações de creatinina não variassem.

Tabela 12. Concentração dos derivados de purinas e relação alantoína/creatinina de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e suplementadas com concentrado a base de grão de milho seco moído (MGSM) ou silagem de milho reidratado substituindo o MGSM com base na matéria seca (MRMS) ou com base na matéria natural (MRMN)

grama/Litro	DIETAS			EPM <sup>1</sup>	P <sup>1</sup>
	MGSM	MRMS	MRMN		
Alantoína	14,5797	13,3867	12,7437	4,244	0,657
Ácido Úrico	2,1835	2,5336	2,3953	0,441	0,270
Creatinina	8,0064	8,8324	8,0162	1,190	0,273
Alan./ Creat.	1,8210	1,5156	1,5897	0,530	0,785

<sup>1</sup>EPM = Erro Padrão da Média; P = probabilidade.

## 5. CONCLUSÕES

Apesar dos resultados não apresentarem muitas diferenças entre as dietas MRMS e MRMN, o pH ruminal, ao longo do tempo após a alimentação, das vacas alimentadas com a dieta MRMS demonstrou atingir os menores valores, o que acarretaria em complicações provindas da acidose subaguda.

A dieta MRMN apresentou-se como sendo a melhor dieta pois as vacas tiveram redução no consumo de MS, sem variação na digestibilidade aparente de amido e com maior produção de leite em relação ao consumo de matéria seca. Além disso, possui a vantagem da menor utilização de milho na dieta.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDE, C.R. Avaliação da granulometria ou hidratação do milho através da digestibilidade aparente, degradação ruminal e desempenho de bovinos. Tese (Doutorado em Zootecnia). FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal. p. 97, 1997.

ALDRICH, J.M.; MULLER, L.D.; VARGA, G.A. et al. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.1091-1105, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 12. ed. Washinton: AOAC, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Animal feed. In: OFFICIAL METHODS OF ANALYSYS, 16.ed. Washington. v.1. p.1-30, 1995.

BARGO, F.; MULLER; L.D.; KOLVER; E.S.; et al. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.1-42, 2003.

BEAUCHEMIN, K. A.; COLOMBATTO, D.; MORGAVI, D. P. et al. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*. v.81, E suppl. 2, p. E37-E47, 2002.

BEAUCHEMIN, K.A.; MCALLISTER, T.A.; DONG, Y.; et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. *Journal of Animal Science*, v.72, n.2, p.236-246, 1994.

BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; RODE, L. M. Effects of barley grain processing on the site and extent of digestion of beef feedlot finishing diets. *Journal of Animal Science*. 79: p. 1925-1936, 2001.

BEESON, W. M.; PERRY, T. W. The comparative feeding value of high moisture corn and low moisture corn with different feed additives for fattening cattle. *Journal of Animal Science*. 17:368, 1958.

BIAGGIONI, M. A. M.; LOPES, A. B. de C.; JASPER, S. P.; et al. Qualidade da silagem de grão úmido em função da temperatura ambiente e pressão interna de armazenagem. *Acta Scientiarum-agronomy*. vol.31, n° 3 Maringá, Julho/Setembro. 2009.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento; 08 de Janeiro de 2013; <http://www.conab.gov.br/>

BRASIL. Ministério da Agricultura; 08 de Janeiro de 2013; <http://www.agricultura.gov.br/>

BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, n.4, p.1370-1381. 2003.

BRODERICK, G. A.; MERTENS, D. R.; SIMONS R. Efficacy of carbohydrate sources of milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.1767-1776, 2002.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. *American Society of Plant Biologists - Plant Physiology*, Rockville, MD. 2000.

BUTTERY, P. J.; FOULDS, A. N. Amino acid requirements of ruminants. In: HARESING, W. (Ed.) Recent advances in animal nutrition. London: Butterworths. p.261, 1985.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J.; Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK.(Occasional publication). p. 21, 1992.

CHIZZOTTI, M.L. Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. p. 132, 2004.

CLARK, J. H. Utilization of high-moisture grains by dairy and beef cattle. 2nd International Silage Research Conference. Technical Papers:205, 1975.

COALHO, M. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; CUNHA, J. A.; et al. Estudo dos protozoários ciliados em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradável no rúmen. FZEA, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum-Animal Sciences*. Maringá, v. 25, n<sup>o</sup>. 1, p. 193-199, 2003.

COLONNA, P.; TAYEB, J.; MERCIER, C. Extrusion cooking of starch and starchy products. In: MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. (Eds.), *Extrusion Cooking*. American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA. p. 247-319, 1989.

COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; BERTO, D. A.; et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens In.: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. Anais...Maringá: UEM. p. 87-126, 2001.

COSTA, C. Valor alimentício e aspectos econômicos de volumosos e de grãos de milho ensilados e secos no confinamento de bovinos criados no sistema superprecoce. Tese (Livre-Docência). FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu. p. 69, 2001.

CROCKER, L. M.; DePETERS, E. J.; FADEL, J. G.; et al. Influence of processed corn grain in diets of dairy cows on digestion of nutrients and milk composition. *Journal of Dairy Science*, 81:2394-2407, 1998.

DeBRABANDER, D. L.; COTTYN, B. G.; BOUCQUE, C. H. V. Substitution of concentrates by ensiled high moisture maize grain in dairy cattle diets. *Animal Feed Science and Technology*, v.38, p.57-67, 1992.

DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J. P. Legislation for use of silage additives in France. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Silage Conference held from 8 to 7 September at the University of Wales, Aberystwyth. In: JONES, D. I. H.; JONES, R.; DEWHURST, R.; MERRY, R.; HAIGH, P. H. Publication Section, Stapledon Library and Information Service, IGER, Plas Gogerddan, Aberystwyth, SY23 3EB, UK. p. 138-139, 1996.

DEMARQUILLY, C. Quelles Méthodes - Pour quels objectifs? In: Colloque maïs ensilage, 1996. Nantes-France, p. 87-91, Nantes, 1996.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. Proceedings of the Nutrition Society, Wallingford, v.58, p.593-607, 1999.

DePETERS, E. J.; FERGUSON, J. D. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 75, n. 11, p. 3192-3209, 1992.

DHIMAN, T. R.; ZAMAN, M. S.; McQUEEN, I. S.; et al. Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *Journal of Dairy Science*. v.85, p.217-226, 2002.

- DUFFIELD, T.; PLAIZIER, J. C.; FAIRFIELD, A.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P; WILSON, J.; ARAMINI, J.; McBRIDE, B. Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 87, p. 59–66, 2004.
- EADIE, J. M.; MANN, S. O. Development of the rumen microbial population: High starch diets and instability. In: A. T. Philipson (Ed.) *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. Oriel Press, Newcastle Upon Tyne, U.K, p. 335-347; 1970.
- EDMONSON, E. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 72:68–78, 1989.
- FERGUSON, J. D.; BYERS, D.; FERRY, J.; et al. Round table discussion: body condition of lactating cows. *Agri-Practice*, Montreal, v. 15, n. 14, p. 17-21, 1994.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, World Food Situation – Food Price Indices; 08 de Janeiro de 2013; [http://www.fao.org/index\\_en.htm](http://www.fao.org/index_en.htm)
- FORBES, J. M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J. M., FRANCE, J. (Eds.) *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. Cambridge: University Press. p. 479-494, 1993.
- FORNASIERI FILHO, D. A cultura do milho. Jaboticabal: FUNEP. 273p, 1992.
- GARCÍA, G. A. G.; REIS, R. B.; PEREIRA, A. B. D.; et al. Produção e composição do leite de vacas em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) suplementado com diferentes fontes de carboidratos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.62, n.4, p.875-882, 2010.
- GIARDINI, W. 1993. Polpa de citros: o que é. *Revista Batavo*. Encarte técnico, 23:4, 1993.
- GRANT, R. J. Optimizing starch concentrations in dairy rations. In: ANNUAL TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 14., 2005, Fort Wayne. *Proceedings...* Fort Wayne. p.73-79, 2005.
- HAMAKER, B. R.; MOHAMED, A. A.; HABBEN, J. E.; et al. Efficient procedure for extracting maize and sorghum kernel proteins reveals higher prolamin contents than the conventional method. *Cereal Chem*. 72(6):583-588, 1995.
- HARMON, D. L. Impact of nutrition on pancreatic exocrine and endocrine secretion in ruminants: A review. *Journal of Animal Science*. 70:1290–1301, 1992.
- HARPER, H.A., RODWELL, V.W., MAYES, P.A. *Manual de química fisiológica*. 5.ed. São Paulo: Atheneu. p. 736, 1982.
- HOFFMAN, P. C.; SHAVER, R. D. The nutritional chemistry of dry and high moisture corn. 26<sup>th</sup> Annual Southwest Nutrition and Management Conference. University of Wisconsin-Madison, Department of Dairy Science; The University of Arizona, Department of Animal Sciences. p. 12-23, 2011.
- HUNGATE, R. E. *The Rumen and Its Microbes*. Academic Press, New York. 1966.

- HUNTINGTON, G. B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. *Feedstuffs*. Junho, p. 16-18 e 38-43, 1994.
- HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*. 75:852–867, 1997.
- IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Varying Protein and Starch in the Diet of Dairy Cows. II. Effects on Performance and Nitrogen Utilization for Milk Production. *Journal of Dairy Science*. 88: 2556–2570, 2005.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; IPHARRAGUERRE, R.R.; CLARK, J.H. Performance of lactating dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. *Journal of Dairy Science*. v.85, n.11, p. 2905-2912, 2002.
- ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAIS, M. G.; ÍTAVO, L. C. V.; et al. Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana. *REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*. v.35, n.3, p. 655-664, 2006.
- ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; et al. Degradabilidade das silagens de bagaço de laranja e de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000.
- JENKINS, T. C.; McGUIRE, M.A. Effects of nutrition on milk composition: A 25-year review of research reported in the journal of *Journal of Dairy Science*. In: ANNUAL TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 14., 2005, Fort Wayne. *Proceedings...* Fort Wayne. p.51-57, 2005.
- JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; SANTOS, G. T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. Goiânia – Goiás, maio 2003. p. 357-376, 2003.
- JOBIM, C. C.; REIS, R. A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA sociedade: A produção animal na visão dos brasileiros. Ed. WILSON, R.; MATTOS, S.; et al. Piracicaba: FEALQ. p. 912-927, 2001.
- JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L.R.A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). *Pesquisa agropecuária brasileira*, 32(3):311-31, 1997.
- JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; et al. Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(2): 201-204, 1997a.
- JOBIM, C. C.; REIS, R.A.; SCHOKEN-ITURRINO R.P. et al. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho sem brácteas. *Acta Scientiarum*, v.21, n.3, p.671-676, 1999
- JOY, M. T.; DEPETERS, E. J.; FADEL, J. G.; et al. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*. v.80, p.2087-2097, 1997.

- KNOWLTON, K. F.; GLENN, B. P.; ERDMAN, R. A. Performance ,rumen fermentation and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvest and processed differently. *Journal Dairy Science*. 81: 1972-1984, 1998.
- KNOWLTON, K. F.; ALLEN, M. S.; ERICKSON, P. S. Lasalocid and particle size of corn grain for dairy cows in early lactation. 1. Effect on performance, serum metabolites, and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*. 79: 557-564, 1996.
- KOHN, R. A.; DOU, Z.; FERGUSON, J. D.; et al. A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. *Journal of Environmental Management*. 50:417-428, 1997.
- KOTARSKI, S. F.; WANISKA, R. D.; THURN, K. K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. *Journal Nutrition*. v.122, n.1, p.178-190, 1992.
- KRAEMER, J.; VOORSLUYS, J. L. Silagem de milho úmido uma opção para o gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINO. 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p. 257-261, 1991.
- LANA, R. P. Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. p. 344, 2005.
- LARSON S. F.; BUTLER, W. R.; CURRIE, W. B. Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80: 1288-1295, 1997.
- LENKEIT W.; BECKER M. Inspeção e apreciação de forragens. Lisboa. Ministério da Economia de Portugal. p. 152, 1956.
- MACKLE, T. R.; DWYER, D. A.; INGVARTSEN, K. L.; et al. Effects of Insulin and Amino Acids on Milk Protein Concentration and Yield from Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. v. 82, Issue 7, Pages 1512-1524, 1999.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs*, 10:12 - 56, 1994.
- MATTOS, W. Influência da nutrição sobre a composição de sólidos totais no leite. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5, 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba. 2005.
- McALLISTER, T. A.; PHILLIPE, R. C.; RODE, L. M.; et al. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *Journal of Animal Science*. 71:205-212, 1993.
- McCLEARY, B. V.; GIBSON, T. S.; MUGFORD, D. C. Measurement of total starch in cereal products by amyloglucosidase-  $\alpha$ -amylase method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v. 80, n. 3, p. 571-579, 1997.

- MEHREZ, A. Z.; ÆRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *British Journal of Nutrition*, v.38, p.437-443, 1977.
- MELLO JÚNIOR, C. do A. Processamento de grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ. p. 263-283, 1991.
- MENDOZA, G. D.; BRITTON, R. A.; STOCK, R. A. Influence of ruminal protozoa on site and extent of starch digestion and ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*. 71:1572-1578, 1993.
- MENEZES JÚNIOR, M. P. Efeito do processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de vacas de leite. Piracicaba. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. P. 97, 1999.
- MU-FORSTER, C.; WASSERMAN, B.P. Surface localization of zein storage proteins in starch granules from maize endosperm: Proteolytic removal by thermolysin and in vitro crosslinking of granule-associated polypeptides. *American Society of Plant Biologists - Plant Physiology*. 116:1563-1571, 1998.
- NOCEK, J. E. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*. 80: p. 1005-1028, 1997.
- NOCEK, J. E.; TAMINGA, 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*, v.74, n.8, p.3598-3629, 1991.
- NOGUEIRA, K. A.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LEME, P. R. Substituição do milho pela polpa de citros sobre a fermentação ruminal e protozoários ciliados. Departamento de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*. Maringá, v. 27, no. 1, p. 123-127, Jan./March, 2005.
- NUMMER FILHO, I. Silagem de grão úmido de milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001. Gramado, Anais... Gramado. Embrapa Suínos e Aves. p. 29-43, 2001.
- NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; PIRES, A. V.; et al. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição por polpa de citros em dietas para vacas leiteiras. *Acta Scientiarum*, v.24, n.4, p.1079-1086, 2002.
- NUSSIO, L. G. Effects on NDF levels and ruminally degradable starch on performance, ruminal parameters and in situ degradation of nutrients in lactating dairy cows fed sorghum diets. Tucson. Thesis (Ph.D.) - University of Arizona. National Research Council. 2001.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE. 6th rev. ed. National Research Council (U.S.A.). Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Washington: National Academy of Sciences. 1988.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE. 7th rev. ed. National Research Council (U.S.A.). Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Washington: National Academy of Sciences. 2001.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *Journal of Dairy Science*. 86:174–183, 2003a.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on ruminal digestion kinetics for lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *Journal of Dairy Science*. 86:184-194, 2003b.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of Diet Fermentability on Efficiency of Microbial Nitrogen Production in Lactating Dairy Cows. p. 195– 207, 2003c.

OLIVEIRA, R. P.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I. Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.3, p.146-156, 2004.

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

OWENS, F. N.; GOETSCH, A.L. Fermentacion ruminal. In.: El Rumiante Fisiologia Digestiva y Nutrición. D.C. CHURCH (Editor). Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, Espanha. p.159-188, 1988.

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

PEHRSON, B.; KNUTSSON, M. Glucose and lactose absorption from the small intestine of dairy cows. *Zbl Vet. Med.* <sup>a</sup> 27: p. 644, 1980.

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

PEREZ, J. F.; BALCELLS, J.; GUADA, J. A.; et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using 15N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. *British Journal of Nutrition*. 75:699-709, 1996.

PETIT, H.V.; SANTOS, G.T. Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on high moisture wheat or high moisture corn. *Journal of Dairy Science*. v.79, p. 2292-2296, 1996.

PHILLIP, L. E.; GARINO, H. J.; ALLI, I.; et al. Effects of anhydrous ammonia on amino acid preservation and feeding value of high-moisture ear corn for growing steers. *Journal of Animal Science*. v. 65, n. 2, p. 411-417, 1985.

- PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 81: p. 2178-84, 1998.
- PIRES, A. V.; SUSIN, I.; SIMAS, J. M. C.; et al. Substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão nos parâmetros ruminais, síntese de proteína microbiana e utilização dos nutrientes em vacas lactantes. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 1, p. 50-58, 2008.
- PLASCENCIA, A.; ZINN, R. A. Influence of flake density on the feeding value of steam processed corn in diets for lactating cows. *Journal of Animal Science*. v.74, p. 310-316, 1996.
- PRIOR, R. L. Lipogenesis and adipose tissue cellularity in steers switched from alfalfa hay to high concentrate diets. *Journal of Animal Science*. 56: p. 483-492, 1983.
- RABELO, E.; REZENDE, R. L.; BERTICS, S. J.; et al. Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.86, n.3, p. 916-925, 2003.
- REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. A. F.; et al. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos de alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30, n.2, p. 596-603, 2001.
- REYNOLDS, J. D.; BEEVER, D. E.; SUTTON, J. D.; et al. Effects of incremental duodenal starch infusion on milk composition and yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 79. p. 138, 1996.
- REYNOLDS, J. D.; SUTTON, J. D.; BEEVER, D. E. Effects of feeding starch to dairy cattle on nutrient availability and production. In: *Recent advances in animal nutrition*. 1. ed. p. 105-134, 1997.
- ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. R. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*. v.63, n.5, p. 1607-1623, 1986.
- RULQUIN, H. Nutrition de la Vache Laitière et Composition du lait. In.: *Symposium sur les Bovins Laitières*. Québec, 28 out., 1993. p.123 – 137, 1993.
- RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I - Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*. 70. p. 11, 1992.
- SAN EMETERIO, F.; REIS, R. B.; CAMPOS, W. E.; et al. Effect of coarse or fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.83, p.2839-2848, 2000.
- SANTOS, C. P. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de equinos. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, UEM, Maringá-PR. p. 42, 2000.

- SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S.; SIMAS, J. M. Response of lactating cows to various densities of sorghum grain. *Journal of Animal Science*. v.75, p.1681-1685, 1997.
- SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; CARMO, C. A.; PEDROSO, A. M. Sistemas de alimentação com mecanismos de flexibilidade para a produção de leite. In: ZOCCAL, R.; AROEIRA, L. J. M.; MARTINS, P. C.; MOREIRA, M. S. P.; ARCURI, P. B. (Ed.). Leite: uma cadeia produtiva em transformação. Juiz de Fora: EMBRAPA. p.117-162, 2004.
- SANTOS, F. A. P.; MENEZES, J.M.P.; CORRÊA, J.M. et al., Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citrus peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos em vacas leiteiras. *Acta Scientiarum*. v.23, p.923-931, 2001.
- SAS INSTITUTE. Statistical analysis systems user's guide, versão 6, 4.ed. 1989.
- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*. 32(2):199-205, 1974.
- SCHWAB, C. G. Optimizing amino acid nutrition for optimum yields of milk and milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION MANAGEMENT, Tucson, 1994. Proceedings... Tucson: p.114-129, 1994.
- SEBASTIAN, S.; PHILIP, L. E.; FELLNER, V.; et al. Comparative assessment of bacterial inoculation and propionic acid treatment on aerobic stability and microbial populations of ensiled highmoisture ear corn. *Journal of Animal Science*. v.74, p. 447- 456, 1996.
- SILVA, D. J. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: UFV. p. 166, 1990.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002.
- SMITH, W. R.; YU, I.; HUNGATE, R. E. Factors affecting cellulolysis by *Ruminococcus albus*. *Journal of Bacteriology*. 114. p. 729-737, 1973.
- SORIANO, F. D.; POLAN, C. E.; MILLER, C. N. Milk production and composition, rumen fermentation parameters, and grazing behavior of dairy cows supplemented with different forms and amounts of corn grain. *Journal of Dairy Science*. v.83, p.1520-1529, 2000.
- SOUZA, D. P. H. Análise da estrutura de custo e preço de sobrevivência dos principais sistemas de produção de leite. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa. p. 85, 2000.
- STOCK, R. A.; SINDT, M. H.; CLEALE, R. M.; et al. High-moisture corn utilization in finishing cattle. *Journal of Animal Science*. v.69, n.4, p. 1645-1656, 1991.

- St-PIERRE, N. R.; THRAEN, C. S. Animal grouping strategies, sources of variation, and economic factors affecting nutrient balance on dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 82(Suppl. 2):72–82, 1999.
- SUSMEL, P.; STEFANON, B.; PLAZZOTA, E.; et al. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. *Journal of Agricultural Science*. 123:257-266, 1994.
- SUTTON, J. D. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. *Journal of Dairy Science*. v.68, p. 3376-3393, 1985.
- SUTTON, J. D.; BINES, J. A.; MORANT, J. D.; et al. A comparison of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. *Journal of Agricultural Science*, v.109, p. 375-386, 1987.
- THEURER, C. B. Grain Processing effects on starch utilization by ruminants; University of Arizona, Tucson; *Journal of Animal science*. v.63, n.5, p. 1649-1662, 1986.
- THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; SANTOS, F. A. P. Feeding and managing for maximal milk protein. In: PROC. SOUTHWEST NUTR. MANAG. Conf. Dept. Animal Science, Univ. Arizona, Tucson, AZ. p. 59-67, 1995.
- TONROY, B. R.; PERRY, T. W.; BEESON, W. M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted highmoisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*. v. 39, n. 5, p. 931-936, 1974.
- VAGNONI, D. B.; BRODERICK, M. K.; CLAYTON, R. D.; et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *Journal of Dairy Science*. 80: p. 1695-1702, 1997.
- VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, P. A. ROCHA JÚNIOR, V. R.; et al. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. CQBAL 2.0. 2. ED. Viçosa: Uiversidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda. p. 239, 2006.
- VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 2.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. p. 297, 2002.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G.; VALADARES FILHO, S. C.; et al. Effect of replacing alfafa of silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science*. v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B.; et al. Níveis de proteína em dietas de bovino. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 26(6):1270-1278, 1997.
- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. *Reproduction, Nutrition, Development, Pans*, v.36, n. 3, p.53-63, 1996a.

- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I.; Effect of pH on biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and their ca-salts by rumen microorganisms in vitro. *Archives of Animal Nutrition*, Berlin, v.49, n.2, p.151-157, 1996b.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University. p. 476, 1994.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: p. 3583–3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. Soluble carbohydrates and the non-fiber components of feeds. *Large Anim. Vet.*, 42:44. 1987.
- WATTIAUX, M. A. Guia técnico da pecuária leiteira: nutrição e alimentação. Madison: Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional. p. 128, 1998.
- WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; et al. A dairy body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*. 65(3): p. 495-501. 1982.
- WILKERSON, V. A.; GLENN, B. P.; McLEOD, K. R. Energy and Nitrogen Balance in Lactating Cows Fed Diets Containing Dry or High Moisture Corn in Either Rolled or Ground Form. *Journal of Dairy Science*. 80:2487-2496, 1997.
- YING Y.; ALLEN M. S.; VANDEHAAR M. J.; et al. Effects of fineness of grinding and conservation method of corn grain on ruminal and whole tract digestibility and ruminal microbial protein production of Holstein cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. v. 76 (Suppl 1), p. 339, 1998.
- YOUNG, L. G.; LOW, A. G.; CLOSE, W. H. Digestion and metabolism techniques in pigs. In: Miller, E. R.; Ullrey, D. E.; Lewis, A. J. Swine nutrition. Stoneham: Butterworth-Heineman. Cap 39. p. 623-630, 1991.
- YU, P.; HUBER, J. T.; SANTOS, F. A. P.; et al. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 81: p. 777-783, 1998.