

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos cursos de Pós-graduação

André Morais Moura

Milho diferindo no processamento para vacas leiteiras em pastejo

Belo Horizonte MG
Escola de Veterinária da UFMG
2013

André Morais Moura

Milho diferindo no processamento para vacas leiteiras em pastejo

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: Ronaldo Braga Reis

Belo Horizonte MG
Escola de Veterinária da UFMG
2013

Dissertação defendida e aprovada em 18 de fevereiro de 2013
pela comissão examinadora constituída por:

Prof. Ronaldo Braga Reis

Prof. Helton Mattana Saturnino

Prof. Marcos Neves Pereira

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial à FAPEMIG pelos recursos financiados, a Escola de Veterinária e ao Departamento de Zootecnia da UFMG que possibilitaram a execução deste projeto.

Muito Obrigado!

Sumário

Resumo	10
Abstract.....	11
1. Introdução.....	12
2. Revisão de Literatura	14
2.1. Manejo intensivo de pastagens tropicais	14
2.2. Valor nutricional da planta forrageira, limitação e estratégias de suplementação. ..	15
2.3. Características do milho como alimento para ruminantes.....	19
2.4. Características do amido relevantes à nutrição de ruminantes	20
2.5. Processamento de grãos de cereais	22
2.5.1. Moagem.....	22
2.5.2. Laminação a seco, laminação a vapor e flocculação.....	23
2.5.3. Expansão.....	23
2.5.4. Silagem de grão úmido ou re-hidratado	24
2.6. Milho processado na alimentação de vacas leiteiras	25
3. Material e métodos	29
3.1. Local, período e fatores climáticos.....	29
3.2. Animais, tratamentos e delineamento experimental.....	29
3.3. Manejo da pastagem	30
3.4. Dietas e manejo dos animais	30
3.5. Avaliação da produção e composição do leite.....	32
3.6. Determinação do consumo de pastagem e digestibilidade aparente.....	33
3.7. Determinação dos derivados de purina e creatinina	34
3.8. Determinação do balanço de nitrogênio	34
3.9. Determinação dos metabolitos sanguíneos.....	34
3.10. Avaliação da fermentação ruminal	35
3.11. Avaliação da degradabilidade <i>in situ</i>	35
3.12. Análise estatística	37
4. Resultados e Discussão	39
4.1. Disponibilidade e composição da forragem	39
4.2. Consumo e digestibilidade aparente	41
4.3. Produção e composição do leite	44
4.4. Derivados de purina na urina e balanço de nitrogênio	48

4.5. Parâmetros sanguíneos	51
4.6. Parâmetros da fermentação ruminal	52
4.7. Degradabilidade <i>in situ</i>	57
5. Conclusões	59
6. Referências	60

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição bromatológica e digestibilidade “ <i>In vitro</i> ” de <i>Panicum maximum</i> e <i>Pennisetum purpureum</i> manejados no conceito de 95% de interceptação luminosa.	17
Tabela 2. Fracionamento dos compostos nitrogenados de <i>Panicum maximum</i> e <i>Pennisetum purpureum</i> manejadas no conceito de 95% interceptação luminosa.	17
Tabela 3. Dados climáticos no período experimental.	29
Tabela 4. Tamanho das partículas dos milhos processados	31
Tabela 5. Composição dos alimentos utilizados nas dietas experimentais de vacas leiteiras em pastejo suplementadas com milho processado de diferentes formas	31
Tabela 6. Composição dos concentrados experimentais fornecidos para vacas leiteiras em pastejo suplementadas com milho processado de diferentes formas	32
Tabela 7. Altura do dossel forrageiro de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça na entrada e saída dos animais e disponibilidade de forragem no estrato pastejável para vacas leiteiras em pastejo intensivo suplementadas com milho processado de diferentes formas	39
Tabela 8. Composição bromatológica e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca do estrato pastejável do <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, segundo o período experimental.	40
Tabela 9. Consumo de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, concentrado, feno, MS, MO, PB, FDN e amido por vacas leiteiras em pastejo suplementadas com milho processado de diferentes formas	42
Tabela 10. Digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN das dietas e concentração de amido nas fezes de vacas leiteiras em pastejo de de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas	43
Tabela 11. Produção e composição do leite e eficiência de utilização dos nutrientes de vacas leiteiras em pastejo de de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.	44
Tabela 12. Relação entre os derivados de purina e creatinina na urina de vacas leiteiras em pastejo de de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.	48
Tabela 13. Volume urinário e balanço de nitrogênio de vacas leiteiras em pastejo de de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.	50
Tabela 14. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras em pastejo de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.	51
Tabela 15. Parâmetros da fermentação ruminal de vacas leiteiras em pastejo de de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.	53
Tabela 16. pH do líquido ruminal de vacas leiteiras em pastejo de de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas	54

Tabela 17. N-amoniacoal (mg/dL) do liquido ruminal de vacas leiteiras em pastejo de de Panicum maximum cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas	56
Tabela 18. Parâmetros de degradação ruminal in situ da matéria seca e matéria orgânica do estrato pastejavel de pastagem de Panicum maximum cv Mombaça.	57
Tabela 19. Parâmetros da degradação ruminal in situ da FDN e FDA do estrato pastejavel de pastagem de Panicum maximum cv Mombaça	58
Tabela 20. Parâmetros de degradação ruminal in situ da matéria seca e matéria orgânica dos milhos processados	59

Lista de Figuras

Figura 1. pH ruminal em função da hora após a primeira alimentação concentrada de vacas leiteiras em pastejo intensivo suplementadas com milho processado de diferentes formas.

55

Figura 2. N-amoniaco (mg/dL) no líquido ruminal em função da hora após a primeira alimentação concentrada de vacas leiteiras em pastejo intensivo suplementadas com milho processado de diferentes formas.

56

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização de grãos de milho com diferentes formas de processamento, na dieta de vacas leiteiras em sistema de pasto rotativo de *Panicum maximum* cv. Mombaça. Foram utilizadas 12 vacas mestiças, em lactação e o delineamento experimental adotado foi o de Quadrado Latino 4 x 4, com três repetições. Os tratamentos consistiram na substituição parcial do milho grão seco e moído, na mistura dos concentrados, por milho processado de diferentes formas. As dietas experimentais foram designadas, MM (Milho seco finamente moído), ME (Milho expandido), MF (Milho floculado a vapor) e MU (Milho moído re-hidratado e ensilado). O consumo de pasto foi maior quando as vacas foram suplementadas com MF, o que refletiu em maior consumo de MS, PB, FDN para o mesmo tratamento. A digestibilidade aparente da MS foi maior para a dieta de MF (66,6%) em comparação com as dietas de ME e MU (64,3 e 63,7%) e não diferiu entre MM (64,3%). A digestibilidade aparente da FDN foi menor para a dieta de MU (45,0%) quando comparado às dietas de MM e MF (52,1 e 51,9%). A produção e composição do leite das vacas não diferiram entre os tratamentos. Foi observado menor pH ruminal para a dieta de MU logo após a alimentação concentrada. Os parâmetros sanguíneos, excreção de derivados de purina na urina e balanço de nitrogênio não diferiram entre os tratamentos.

Palavras-chave: capim Mombaça, expansão, floculação, re-hidratação.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the use of corn with different forms of processing, in the diet of dairy cows on rotating pasture system *Panicum maximum* cv. Mombasa. Twelve crossbred dairy cows in lactation were used in a 4x4 Latin Square design with three replications. The treatments consisted of partial replacement of ground dry corn grain for three different processed corn. The experimental diets were designated, MM (finely ground dried corn), ME (expanded corn), MF (steam flaked corn) and MU (re-hydrated corn silage). The intake of grass was higher when cows were supplemented with MF, which resulted in higher DM, CP, NDF. The apparent digestibility of DM was higher for diet MF (66.6%) compared with diets ME and MU (64.3 and 63.7%) and did not differ between MM (64.3%). The apparent digestibility of NDF was lower for diet MU (45.0%) than MM and MF diets (52.1 and 51.9%). Milk yield and milk composition did not differ between treatments. The lowest ruminal pH was found right after concentrate offer. Blood parameter, purine derivatives excretion in urine and nitrogen balance did not differ between treatments.

Keywords: expansion, flocculation, grass Mombasa, re-hydration.

1. Introdução

Nos últimos anos, tem havido crescente interesse em sistemas de produção de leite com base no uso de forrageiras tropicais manejadas intensivamente, grande parte desse interesse deve-se ao alto potencial de produção de matéria seca (MS). Taxas de acúmulo de forragem superiores a 100 kg de MS/ha/dia têm sido relatadas para diversas espécies forrageiras tropicais (Corsi, 1990), esse grande potencial de produção possibilita a exploração intensiva dessas forrageiras, com taxas de lotação entre 4 e 10 UA/ha, durante 150 a 210 dias da estação chuvosa e quente do ano, na maior parte do Brasil central (Corsi, 1986; Santos et al., 2005; Correia, 2006; Costa, 2007).

Nesse tipo de sistema, onde o objetivo é a produção por área, sua eficiência fica condicionada à capacidade produtiva e ao valor nutricional da pastagem. Por outro lado, a produtividade e a qualidade da pastagem estão diretamente ligadas à fertilização do solo e ao seu manejo.

Visando a garantia de alta produção de forragem, com elevado valor nutritivo deve-se combinar altas doses de adubação nitrogenada, 200 a 500 kg/ha/ano, e menores intervalos entre pastejos (Da Silva e Corsi, 2003). Isso confere à forrageira elevado teor de proteína bruta (PB), variando de 15 a 21%, e menores teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), variando de 55 a 70% (Carareto, 2007; Costa, 2007; Martínez, 2008).

O elevado teor de PB com alta degradabilidade ruminal da forrageira, associados a baixos teores de carboidratos não fibrosos, limita o uso eficiente do nitrogênio (N) pelos microrganismos ruminais (Berzaghi et al., 1996; Santos et al., 2007; Pacheco Junior, 2009; Reis et al., 2010). Neste contexto, a suplementação com carboidratos não fibrosos visando à correção das deficiências da forragem pastejada, é uma estratégia para elevar o consumo e digestibilidade da MS, e aumentar a eficiência de utilização de gramíneas tropicais.

Os pastos tropicais podem, potencialmente, suportar produções diárias de leite de cerca de 8 a 10 kg/vaca, sem suplementação (Derez e Mozzer, 1994; Silva et al., 1994; Vilela et al., 1996; Gomide et al., 2001). Para produções superiores torna-se necessária a incorporação de suplementos concentrados, que pode constituir-se em ferramenta auxiliar para melhorar o desempenho individual dos animais, aumentar a taxa de lotação dos pastos, incrementar a produção total por unidade de área. (Euclides e Medeiros, 2005;Correa,2006; Costa, 2007;Santos et al., 2007).

Estudos de Hall e Herejk (2001) sugerem que o amido tem maior potencial para produção de proteína microbiana quando comparado com outras fontes de carboidratos (sacarose, pectina). Aumentar a oferta de amido fermentável no rúmen seja aumentando o teor dietético de grãos ou processando os grãos, pode reduzir as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal e aumentar a produção de proteína no leite, devido ao aumento do crescimento microbiano (Ekinci e Broderick, 1997; Vagnoni e Broderick, 1997).

Alguns trabalhos sugerem que o carboidrato suplementar deve ter uma taxa e extensão de degradação no rúmen semelhante ao da PB para maximizar a assimilação de N (Sinclair et al., 1995). No entanto, isto tem sido difícil de conseguir em vacas em pastejo, o

que se observa é que, quando os animais passam a consumir o pasto como principal fonte de volumoso, ocorre considerável redução na proporção de proteína do leite, permanecendo menor durante toda estação de pastejo.

Normalmente, as vacas em pastejo no Brasil são suplementadas com concentrados à base de milho seco. Nas principais regiões produtoras de milho do mundo, o milho cultivado é quase em sua totalidade do tipo farináceo (Dent – *Zea mays ssp*) enquanto o milho cultivado no Brasil é predominantemente do tipo duro (flint – *Zea mays SSP*). O milho duro apresenta reduzida degradabilidade ruminal quando comparado ao milho farináceo (Correa et al., 2002). Portanto, o processamento do milho parece ser uma estratégia plausível para aumentar a disponibilidade de amido fermentável no rúmen de vacas pastejando gramíneas tropicais.

O aumento da extensão da degradação ruminal pelo processamento é vantajoso para o animal em termos de utilização total do amido, e também no possível aumento de produção de proteína microbiana, o que aumenta o fluxo de aminoácidos (AA) para o intestino (Theurer, 1986). Dentre os principais fatores que afetam a síntese de proteína do leite, estão a disponibilidade e o perfil de aminoácidos que chegam à glândula mamária (NRC, 2001).

A otimização do crescimento microbiano pode ser a mais lógica estratégia para suprir os requerimentos de aminoácidos das vacas leiteiras, já que a proteína microbiana é de alta qualidade (Aldrich et al., 1993). O balanço entre nitrogênio e suplemento energético deve ser encontrado visando otimizar a produção de proteína microbiana e melhorar a digestibilidade e a produção de ácidos graxos voláteis.

Desta forma, a hipótese que norteou este estudo é que vacas com produção de leite média de 30 kg/dia, manejadas em pasto rotativo com elevadas adubações de nitrogênio, não teriam suas exigências proteicas atendidas devido a uma menor produção ruminal de proteína microbiana quando comparadas com vacas confinadas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a utilização de grãos de milho com diferentes formas de processamento na dieta de vacas Girolando ½ sangue em sistema de pastejo intensivo de *Panicum maximum* cv. Mombaça, a fim de melhorar a síntese de proteína microbiana no rúmen, aumentar a produção de leite e de proteína excretada no leite e diminuir a excreção de nitrogênio para o ambiente.

2. Revisão de Literatura

2.1. Manejo intensivo de pastagens tropicais

Em sistemas de produção de leite a base de pastagens o pasto pode ser a única fonte de volumoso durante grande parte do ano, por isso manejar bem a pastagem é de fundamental importância para o sucesso do sistema.

Manejar uma pastagem de forma adequada significa produzir alimento em quantidade, além de colher o material no máximo valor nutritivo. A produção de massa afeta de forma significativa a capacidade suporte da pastagem, enquanto que o valor nutritivo afeta a produção individual do animal, ambos são influenciados pela fertilidade do solo, manejo e condições climáticas. (Drumond e Aguiar, 2005).

As condições climáticas parecem não ser o fator limitante para a produção de leite a pasto na maioria das regiões brasileiras que possuem recursos climáticos favoráveis, tais como: índices pluviométricos entre 1200 e 2000 mm/ano, temperatura média acima de 22°C e alta intensidade luminosa (Aguiar e Silva, 2005).

A elevação da produtividade das forrageiras e dos indicadores do desempenho animal são conseguidos mediante o emprego de fertilizantes e corretivos, em conjunto com a utilização de técnicas disponíveis de manejo das plantas forrageiras (Monteiro e Euclides, 2005).

Existem dois sistemas clássicos de pastejo: o contínuo e o rotacionado. Basicamente, o contínuo é utilizado para grandes extensões, enquanto o rotacionado se emprega principalmente em explorações mais intensificadas. O objetivo do sistema de pastejo rotacionado é controlar a frequência de desfolhamento pelos animais, trazendo como consequência aumento na eficiência de colheita da pastagem (Siqueira, 1986).

O sistema rotacionado é considerado mais racional, pois proporciona períodos de descanso entre pastejos, que são suficientes para recuperação da parte aérea das plantas que foram consumidas pelos animais. Nessas condições, pode-se considerar que o melhor controle das rebrotas resulta em menores perdas, contrariamente ao que ocorre no sistema contínuo. Além disso, o pastejo rotacionado propicia às plantas um período de descanso a fim de completar o processo de estabelecimento, para acumular ou recuperar o teor de energia da coroa e raízes da planta, para permitir regeneração da pastagem sem a interferência do animal e para prevenir que espécies mais aceitas sejam virtualmente eliminadas (Da Silva e Nascimento Jr, 2006).

Estudos recentes realizados com importantes plantas forrageiras tropicais, como a *Brachiaria brizantha*, cultivares Marandu e Xaraés, e o *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e Tanzânia, entre outras, nas quais a estrutura do dossel e seu padrão de variação foram monitorados, têm gerado muita informação e conhecimento acerca das respostas aos animais e estratégias de pastejo. De uma maneira geral, o conceito de índice de área foliar (IAF) crítico, condição na qual 95% da luz incidente é interceptada, originalmente descrito e aplicado em plantas de clima temperado, demonstrou-se efetivo e válido também para o manejo de gramíneas tropicais, uma vez que mostrou relação análoga com variáveis como

acúmulo de forragem, especialmente folhas, composição morfológica do acúmulo e valor nutritivo da forrageira produzida (Da Silva e Nascimento Jr, 2006).

Com base no controle das condições e estrutura do dossel forrageiro na entrada e saída dos animais dos piquetes, Bueno (2003) e Carnevalli (2003) avaliaram o capim Mombaça sob pastejo rotativo caracterizado por duas condições de pré-pastejo, 95 e 100% de interceptação da luz (IL) pelo dossel. Os resultados mostraram a consistência do critério de interrupção do processo de rebrote aos 95% de IL, sendo registrada maior produção de forragem quando comparado com 100% de IL. As condições de pré-pastejo de 95 e 100% de interceptação da luz apresentaram correlação muito alta e consistente com a altura do dossel, independente da época do ano e do estágio fisiológico das plantas (90 cm para 95% e 110 cm para 100%), indicando que a altura poderia ser utilizada como critério de campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrote e pastejo (Sbrissia et al., 2007).

2.2. Valor nutricional da planta forrageira, limitação e estratégias de suplementação.

A elevada produção de matéria seca das plantas forrageiras tropicais e a idade cronológica semelhantes de seus perfilhos, segundo Corsi (1988) são as causas da rápida queda de seu valor nutritivo, culminando com isso também baixa relação folha/colmo. À medida que a idade fisiológica da planta avança, aumenta as porcentagens de hemicelulose, celulose e lignina e a lignificação da parede celular, reduzindo assim a proporção do conteúdo celular, o qual apresenta 98 a 100% de digestibilidade. O teor de proteína, lipídeos e minerais tende a reduzir, principalmente após o florescimento (Balsalobre, 2002). É fácil observar este comportamento com os dados apresentados por Gomide e Zago (1982), que constataram para o capim-Colômbia coeficientes de digestibilidade da ordem de 66,1; 63,0 e 53,0% para idades de rebrote de 21, 28 e 63 dias respectivamente.

Neste contexto o ponto ideal de colheita da forragem pelos animais, seria a idade fisiológica na qual fosse possível de se obter máxima produção de massa por hectare sem grandes perdas no valor nutritivo da forragem.

Estudos extensamente discutidos por Sbrissia et al. (2007) indicam a porcentagem de interceptação luminosa como ferramenta para encontrar este ponto. De acordo com vários trabalhos revisados por estes autores, o índice de 95% de interceptação luminosa seria o ponto ideal para a maioria das forragens, condição na qual ocorre a maior taxa de acúmulo de folhas (Bueno, 2003; Carnevalli, 2003; Sarmento, 2007; Souza-Júnior, 2007; Trindade, 2007; Zeferino, 2007).

Para Sniffen et al. (1992) e Russel et al. (1992) o valor nutritivo da planta também está relacionado à porção proteica, considerando seu teor e sua composição em aminoácidos. As diferentes frações proteicas são importantes para a nutrição animal e são divididas em cinco frações. A parte solúvel está nas frações A e B1. A fração A é o nitrogênio não proteico (NNP) de alta degradabilidade no rúmen, a B1 é a proteína verdadeira também de alta degradabilidade. A fração C é a proteína indisponível contida na fibra insolúvel em detergente ácido (N-FDA). A fração B3 é o resultado da subtração do

N-FDA da proteína contida na fibra insolúvel em detergente neutro (N-FDN), é disponível, porém com uma taxa de liberação bastante lenta. A última fração, a B2, apresenta taxa de degradação média é a fração que não é solúvel, não faz parte da parede celular e também não é NNP.

As gramíneas tropicais apresentam baixos teores de carboidratos solúveis e amido que são raramente superiores a 20% dos carboidratos totais (CT). Assim, a hemicelulose é responsável pela maior taxa de fermentação ruminal e, portanto, é a maior fornecedora de energia para o crescimento microbiano. Desse modo, a relação lignina/FDN é um fator importante a ser analisado no que diz respeito ao valor nutritivo da planta forrageira. Forragens que apresentam baixos valores de lignina, em relação à FDN, disponibilizam altas proporções de parede celular de bom valor nutritivo (Herling et al., 2005).

Para *Panicum maximum* Jacq., Euclides (1995) pode observar que teores de fibra em detergente neutro (FDN) abaixo de 55% são raros, acima de 65% são comuns em tecidos novos e entre 75 e 80 % são encontrados em matérias vegetal mais maduro.

Lopes et al. (2011) caracterizaram o teor de nutrientes e a digestibilidade da fibra das principais gramíneas tropicais produzidas sob pastejo rotacionado. Foram analisadas amostras de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), capim Mulato (*Brachiaria híbrida*), grama bermuda (*Cynodon dactylon*); Bermuda Africano grama (*Cynodon nlemfuensis*), capim Tanzânia (*Panicum maximum*) e capim-elefante (*Penisetum purpureum*). Foram observadas variações nos teores de PB variando de 14 a 21%, e FDN variando e de 60 a 63% da MS. A digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) para os tempos de 24, 30 e 48 h foram de 36 ± 13 , 45 ± 13 e $61 \pm 13\%$ da FDN respectivamente, e a comparação entre as médias da DIVFDN de gramíneas tropicais e uma silagem de alfafa padrão indicaram maior digestibilidade da fibra para gramíneas tropicais, que apresentaram 12,2, 12,9 e 19,9 unidades de digestibilidade da fibra acima da silagem de alfafa para 24, 30 e 48h de fermentação, respectivamente.

Dados de composição bromatológica, digestibilidade *In vitro*, e fracionamento dos compostos nitrogenados de amostras de estrato pastejável de forrageiras tropicais, manejadas no conceito de 95% de IL, obtidas em trabalhos de pesquisa podem ser observadas nas tabelas 1 e 2.

Pacheco Jr., (2009) caracterizou a composição químico-bromatológica, assim como as frações de carboidratos e de proteínas e as taxas de degradabilidades das frações potencialmente degradáveis para PB, FDN e MS (in situ), em amostras de estrato pastejável de *Panicum maximum* cv Colônia, *Brachiaria brizantha* cv Marandu e *Brachiaria híbrida* cv Mulato manejados com o conceito de desfolhas a 95% de IL, e concluiu que pastagens adubadas com altas doses de N e elevados teores de PB, apresentam 70% da sua proteína, sob a forma de proteína verdadeira, e a degradabilidade da PB entre 62 e 71%. Entretanto, estas forrageiras são deficientes em frações de carboidratos de alta fermentabilidade ruminal.

Isto resulta em transporte de grandes quantidades de amônia na parede do rúmen, que é convertido em ureia no fígado. As pastagens de alta qualidade possuem proporção de proteína degradável em relação carboidratos não fibrosos (CNF), superior à sugerido por Hoover e Stokes (1991).

Tabela 1. Composição bromatológica e digestibilidade “*In vitro*” de *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum* manejados no conceito de 95% de interceptação luminosa.

Forrageira	%MS	% da matéria seca					Autor
		PB	FDN	FDA	Lig	DIVMS	
<i>P. purpureum</i>	16,4	15,50	56,76	30,84	3,06	75,90	Chagas, 2011
<i>P. purpureum</i>	18,6	14,70	63,85	33,54	3,20	67,40	Martinez, 2008
<i>P. purpureum</i>	18,6	18,50	58,70	30,80	2,63	75,90	Danés, 2010
<i>P. purpureum</i>	19,7	18,60	54,40	35,00	3,00	55,80	Macedo, 2012
<i>P. maximum</i>	26,7	16,50	71,37	37,73	3,69	-	Pacheco Jr., 2009
<i>P. maximum</i>	-	15,40	66,60	36,70	5,30	61,80 ¹	Bueno, 2003
<i>P. maximum</i>	-	18,63	62,33	34,99	4,30	59,96 ²	Lopes et al., 2011

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; Lig = lignina; NDT = nutrientes digestíveis totais. ¹Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica, ²Degradabilidade *in vitro* com 48h de incubação.

Tabela 2. Fracionamento dos compostos nitrogenados de *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum* manejadas no conceito de 95% interceptação luminosa.

Forrageira	N total	% do N Total				Autor
		NNP	N solúvel	NIDN	NIDA	
<i>P. purpureum</i>	2,58	24,05	31,39	38,87	11,07	Chagas, 2011
<i>P. purpureum</i>	2,96	21,26	30,47	33,68	4,84	Danés, 2010
<i>P. purpureum</i>	2,78	18,90	24,39	31,70	12,80	Macedo, 2012
<i>P. maximum</i>	2,64	28,52	53,57	29,71	10,26	Pacheco Jr., 2009
<i>P. maximum</i>	2,80	19,01	36,91	43,70	5,30	Reis et al., 2010

Forrageira	% da PB					Autor
	A	B1	B2	B3	C	
<i>P. purpureum</i>	24,05	7,33	29,74	27,8	11,07	Chagas, 2011
<i>P. purpureum</i>	21,26	9,21	35,85	28,84	4,84	Danés, 2010
<i>P. purpureum</i>	18,90	5,49	43,91	18,90	12,80	Macedo, 2012
<i>P. maximum</i>	28,52	25,05	16,70	19,44	10,26	Pacheco Jr., 2009
<i>P. maximum</i>	19,01	17,90	19,39	38,40	5,30	Reis et al., 2010

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; NIDN = Nitrogênio ligado à fibra insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio ligado à fibra insolúvel em detergente ácido. A, B1, B2, B3, C = Frações de acordo com Sniffen et al. (1992); Russel et al. (1992).

Baseado em dados de estudos *in vitro* e estudos *in vivo*, há consenso geral de que a velocidade de degradação dos carboidratos é o principal fator de controle da energia disponível para o crescimento microbiano, além disso, a taxa de degradação de carboidratos totais é relacionada com a proporção de amido, pectinas, e açúcares (Hoover e Stokes, 1991).

Uma vez que a ingestão de energia é o principal fator limitante para produção de leite em pastagens de gramíneas tropicais, maior ênfase deve ser dada à suplementação energética (Verbic, 2002). Essa suplementação terá como objetivos: 1) aumentar o

consumo total de nutrientes; 2) aumentar a produção de leite por animal; 3) aumentar a taxa de lotação e a produção de leite por hectare; 4) melhorar o ganho de peso e a condição de escore corporal. (Reis e Souza, 2008).

Para aumentar o consumo de energia de vacas em lactação, substituir forragem por alimentos ricos em amido é comum, resultando em maior o consumo de matéria seca (Allen, 2000).

Vacas em sistema de pastejo rotativo, quando suplementadas, geralmente diminuem a ingestão de matéria seca oriunda da pastagem. Ocorre então o chamado efeito de substituição, onde os animais diminuem o consumo de matéria seca do pasto, mas aumentam o consumo de matéria seca total (Reis e Combs, 2000; Bargo et al., 2002). O efeito de substituição é um dos vários fatores que explicam a variação observada em produção de leite quando é feita a suplementação de vacas sob pastejo (Kellaway e Porta, 1993).

Bargo et al. (2003) em revisão de literatura relataram diminuição de consumo de 1,9kg de matéria seca (CMS) de forragem, com variação de 0,1 a 4,4kg de MS/vaca/dia, Entretanto o CMS total de vacas suplementadas foi 24% maior quando comparado a vacas apenas em pasto. A taxa de substituição de vacas em pastagem de clima temperado foi de 0,4kg de MS de pastagem para cada kg de MS do concentrado, variando entre 0,1 a 0,71kg. Ainda, segundo o mesmo autor, a produção de leite aumentou 22% com o fornecimento do suplemento, a produção e o teor de gordura tiveram aumento de 13% e queda de 6%, respectivamente, e a produção e teor de proteína aumentaram em 30% e 4% respectivamente. As explicações para queda nos teores de gordura estão relacionadas à provável diminuição do pH ruminal, e os aumentos nos teores de proteína relaciona-se com maior crescimento microbiano ruminal e conseguinte aumento de aminoácidos disponíveis para glândula mamária.

Danés (2010) revisou 22 trabalhos com 56 comparações e observou respostas produtiva ao concentrado, para vacas em pastejo de gramíneas tropicais, variando de 1 a 1,6 kg de leite/kg de concentrado. Utilizando dados de vacas Holandês x Zebu em lactação e trabalhando no desenvolvimento de equações de predição de consumo de matéria seca de capim elefante, Lopes et al. (2005) relataram redução de 0,42 kg de matéria seca de pasto por kg de concentrado consumido. Em estudo realizado com vacas da raça Holandês sob condição de pastejo em capim Coast-cross (*C. dactylon* cv. Coast-cross) suplementado com 2,67 ou 5,34 kg/vaca/dia de matéria seca de concentrado na estação das chuvas, Mota (2006) relatou taxa de substituição de 0,54.

A suplementação energética para vacas em pastagem tem como fonte principal os carboidratos. Destacam-se os grãos ricos em amido (milho, sorgo, milheto, cevada, trigo e aveia) ou os tubérculos (mandioca e a batata doce). Havendo ainda algumas fontes ricas em pectina e fibra de alta digestibilidade como a polpa de citros, casquinha de soja e farelo de trigo entre outros (Santos, 2007). Estudo de Hall & Herejk, (2001) sugere que o amido tem maior potencial para produção de proteína microbiana quando comparado com outras fontes de carboidratos (sacarose, pectina), portanto a suplementação com fontes ricas em amido parece ser uma estratégia lógica para aumentar produção de proteína microbiana, elevando o fluxo de aminoácidos para o intestino, já que um dos principais fatores que

afetam a síntese de proteína do leite é a disponibilidade e o perfil de aminoácidos que chegam à glândula mamária (NRC, 2001).

2.3. Características do milho como alimento para ruminantes

O milho ocupa lugar de destaque no cenário nacional e mundial, é o terceiro cereal mais cultivado no planeta, Na safra brasileira de 2012/2013, segundo IBGE (2012), esperase uma produção de 71 milhões de toneladas, 27,3% maior que a safra anterior, devido à ampliação de 10,3% na área de cultivo, estimada em 15 milhões de hectares, com rendimento médio 5.007 kg/ha, 17,9% maior do que na safra anterior.

A alimentação animal é o destino de cerca de 75% do milho produzido no país, a avicultura demanda 39,9% e a suinocultura 21,3%, restando apenas 7,4% para a alimentação de ruminantes(MAPA; SPA; IICA, 2007), o que faz com que este insumo seja um importante contribuinte para a oscilação dos preços dos alimentos concentrados (Lima, 2001).

O milho é o principal cereal utilizado nos concentrados para vacas leiteiras no Brasil, tendo como principal componente o amido, que representa 65 a 72% da MS. O milho é formado por três partes: o pericarpo ou casca, rico em fibras; endosperma, rico em amido e proteínas; o gérmen ou embrião, que é a parte vegetativa do grão, constituída principalmente por lipídeos e proteínas (Henrique e Bose, 1995).

Nutricionalmente, o endosperma é o componente mais importante do grão, sendo uma região de estocagem de energia e, em menor escala, de proteínas, enzimas, vitaminas e minerais. Esta porção constitui 82% do cereal e armazena 98% do amido presente no grão (Paes, 2006).

Nas principais regiões do mundo, a maior parte do milho cultivado é do tipo farináceo (*Dent – Zea mays ssp.*). Já no Brasil, o milho cultivado é predominantemente do tipo duro (*Flint – Zea mays ssp.*) (Correa et al., 2002). A principal diferença entre os milhos farináceo e duro refere se ao endosperma. O amido no endosperma do milho duro é quase todo rígido (vítreo), enquanto o milho farináceo tem grande parte de seu amido como endosperma farináceo (Pomeranz et al., 1984), Assim os híbridos de milho se diferem pela sua relação de endosperma vítreo: farináceo (Watson, 1987).

A diferença ultraestrutural mais importante entre os endospermas vítreo e farináceo é a menor concentração de matriz protéica no endosperma farináceo, que confere melhor acessibilidade às enzimas e maior digestibilidade (Hoseney et al., 1974).

Correa et al. (2002), compararam híbridos de milhos cultivados no Brasil e nos Estados Unidos. A vitreosidade dos híbridos brasileiros variou de 64,2 a 80,0 % do endosperma, com média de 73,1%, enquanto que a média dos híbridos americanos foi de 48,2%, variando de 34,9 a 62,3%. O híbrido brasileiro menos vítreo teve maior vitreosidade que o mais vítreo dos Estados Unidos. Foi observada correlação negativa e alta entre vitreosidade e degradabilidade ruminal do amido.

Sendo assim, é esperado que cultivares de milho duro, como os cultivados no Brasil, apresentem respostas positivas maiores aos métodos mais intensos de processamento de grãos que os cultivares dentados (Marques, 2011).

2.4. Características do amido relevantes à nutrição de ruminantes

O amido corresponde a uma fração substancial nas dietas de gado leiteiro, que varia de menos de 20% para mais de 35%. A maior parte do amido alimentar é fornecida por grãos de cereais, principalmente o milho. O teor de amido dos grãos de cereais varia de 45% para a aveia e 72% para o milho. As forragens tem uma variação no teor de amido de menos de 15% da MS para alfafa e gramíneas perenes, até 35% para silagem de milho. A fermentação ruminal do amido pode variar de menos de 50% a mais de 90%, e é uma função da taxa de fermentação e tempo de retenção das partículas do alimento no rúmen (Grant, 2005).

Algumas pesquisas têm tentado determinar ótimas concentrações dietéticas de amido. No entanto, uma quantidade ótima de amido dietético será função de vários fatores, incluindo a degradabilidade inerente da fonte de amido, o método de processamento, a quantidade de proteína solúvel, FDN, método de alimentação, e meio ambiente. Comumente, as recomendações dietéticas de amido variam entre 23 a 30% de matéria seca (MS) de acordo com o conteúdo de forragem da dieta (Grant, 2005).

O amido é formado por dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina (French, 1984). Estes polímeros diferenciam entre si quanto ao tipo de estrutura química, tamanho da molécula e quanto às propriedades químicas. De maneira geral, a amilose e a amilopectina representam de 98 a 99% dos grânulos de amido.

A amilose é um polímero longo e relativamente linear, formado por moléculas de D-glicose, com cerca de 99% das ligações α -1-4. Por outro lado, a amilopectina é uma molécula maior que a amilose, mais insolúvel, formada por moléculas de D-glicose, com ligações α -1-4, com ramificações α -1-6 (Lehninger, 1998).

As proporções entre estes compostos variam entre espécies e variedades de grãos, influenciando a taxa de degradação e a digestibilidade do amido. A amilopectina é o principal constituinte do amido do milho, cerca de 70 a 80% (Rooney; Pflugfelder, 1986). A digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao teor de amilose. Desta forma fontes de amido com maiores teores de amilopectina, podem apresentar maior digestibilidade (Jobim et al., 2003). As moléculas de amilose e amilopectina são mantidas unidas pelas pontes de hidrogênio, resultando em grânulos de amido com estruturas altamente organizada (Nocek e Tamminga, 1991).

Diversos tipos de processamento são aplicados aos grãos de cereais com a finalidade de romper as pontes de hidrogênio dentro dos grânulos de amido, melhorando a sua capacidade de hidratação. Dessa forma, o amido torna-se mais susceptível à digestão enzimática (Flint e Forsberg, 1995). Quando processados os grânulos de amido estão sujeitos a gelatinização, que é a perda irreversível de sua estrutura original em função de alguma energia aplicada, que será responsável pela quebra das pontes de hidrogênio (Nocek e Tamminga, 1991).

A gelatinização provoca maior capacidade de absorção de água e perda da estrutura cristalina que expõem uma maior parte do amido à degradação (Rooney e Pflugfelder, 1986; Mello Jr, 1991).

Entretanto quando a temperatura e a quantidade de água são reduzidas o amido gelatinizado tende a se reorganizar parcialmente restabelecendo as pontes de hidrogênio (Hoover, 2001). Esse processo é denominado retrogradação e tende a reduzir a digestibilidade ruminal e intestinal do amido (Asp et al., 1996). O grau de retrogradação depende de vários fatores, como a estrutura da amilopectina e da amilose, umidade do grão, temperatura, e agentes atuantes em ligações, como lipídios, e a concentração de amido (Rooney e Pflugfelder, 1986).

A digestibilidade do amido do grão de milho é limitada também pela matriz protéica que é uma estrutura amorfa com função estrutural no grão que encapsula os grânulos de amido. Essa matriz está presente principalmente no endosperma vítreo dos grãos e a quebra da matriz proteica pode melhorar a velocidade e a extensão da digestão do amido (Mc Allister et al., 1990 e 1993).

A parte mais importante na matriz proteica são as prolaminas, que são proteínas do endosperma com alta concentração de prolina. A prolina é um aminoácido altamente hidrofóbico capaz de dobragens complexas e, portanto, as proteínas com um elevado teor de prolina desenvolvem estruturas terciárias que são altamente hidrofóbicas. (Momany, et al, 2006). As prolaminas encontradas no grão de milho são chamadas de zeína (Hoffman e Shaver, 2011).

No milho, as prolaminas-zeína compreendem de 50 a 60% do total da proteína (Hamaker et al., 1995) e aumentam com o avanço da maturidade do grão de milho encapsulando o amido dentro de uma matriz de proteínas hidrofóbica (Mu-Forster e Wasserman, 1998; Buchanan et al., 2000).

Philippeau et al. (2000) quantificaram a relação entre vitreosidade e concentração de prolaminas-zeína no milho e concluíram que milhos mais vítreos contêm mais prolaminas-zeína do que milhos menos vítreo. Estes dados definem as diferenças na composição química entre o endosperma vítreo e endosperma farináceos (Hoffman e Shaver, 2011).

As Prolaminas-zeínas são hidrofóbicas, portanto insolúveis em solventes normais para o ambiente ruminal (Lawton, 2002). Potencialmente, a digestão do amido requer bactérias do rúmen para degradar primeiro as prolaminas-zeína, via proteólise antes da atividade amilolítica (Cotta, 1988). A proteólise das prolaminas-zeína é, portanto um passo limitante na taxa de digestão do amido.

Mc Allister et al., (1993) estudando a influência da matriz proteica sobre a digestão do amido observaram que, o milho tratado com protease *in vitro* teve a digestão de amido dobrada e concluíram que a matriz proteica do milho foi um fator importante na digestão ruminal do amido.

Neste contexto a ensilagem de grão úmido ou re-hidratado podem ser uma alternativa para aumentar a digestibilidade do amido, considerando que os ácidos da fermentação ou o processo de proteólise pode degradar as prolaminas-zeína durante o processo de ensilagem (Baron et al., 1986). Jurjanz e Monteils (2005) observaram menor degradabilidade ruminal efetiva do amido em grãos de milho antes (70,2%) do que depois (92,3%) da ensilagem. Em estudo recente, (Hoffman et al., 2011) acompanharam o destino

da matriz proteica em silagens de grão úmido de milho armazenadas por 240 dias e observaram que a ensilagem reduziu as concentrações de prolaminas-zeína.

2.5. Processamento de grãos de cereais

De maneira geral, os fundamentos do processamento dos grãos são a melhoria da digestibilidade dos alimentos por meio da quebra das barreiras que impedem o acesso enzimático aos componentes nutricionais, conservação, o isolamento das partes específicas, a melhoria da palatabilidade ou detoxificação dos alimentos (Mc Allister et al., 1990; Pond et al., 1995).

Os métodos são classificados em seco (quebra, moagem, laminação e tostagem) e úmidos (floculação, explosão, cozimento sob pressão e ensilagem) (Hale, 1973). Segundo Theurer (1986), a união dos dois processos, redução do tamanho de partícula e aplicação de vapor, melhora ainda mais a eficiência da digestão dos grãos processados pelos ruminantes.

O aumento da degradação ruminal do amido proporcionada pelo processamento aumenta a disponibilidade de energia rapidamente fermentável no rúmen, podendo aumentar a produção de proteína microbiana e de ácidos graxos voláteis totais (Nocek e Tamminga, 1991). Todavia, efeitos adversos decorrentes da maior disponibilidade do amido podem ocorrer como, reduções na digestibilidade de carboidratos fibrosos, consumo de forragem e matéria seca e acidose ruminal (Mc Carthy et al., 1989).

O processamento a ser utilizado é selecionado com base no aumento de digestibilidade, aceitabilidade pelo animal, custo, e probabilidade de causar disfunções digestivas. O quanto o processamento pode interferir na digestibilidade do amido e no local de digestão depende das condições do processamento como, tamanho de partícula, tempo de fermentação e extensão da gelatinização (Owens e Zinn, 2005).

2.5.1. Moagem

A moagem talvez seja o processamento mais utilizado em alimentos para vacas leiteiras no Brasil, por motivo de baixo custo e simplicidade. A moagem é um processo de diminuição do tamanho de partículas, gerado a partir da força do impacto, corte ou atrito, seguida de peneiramento, que auxilia na padronização do produto, podendo este apresentar aspecto fino ou grosseiro (Mourão et al., 2012).

Na moagem ocorre eliminação da película externa do grão, o pericarpo, que constitui uma barreira física que dificulta o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal (Kotarski et al., 1992). Além disso, quanto menor o tamanho das partículas maior será a superfície de contato do alimento com os microrganismos ruminais e enzimas digestivas, favorecendo a digestão.

San Emeterio et al. (2000) compararam os efeitos da granulometria do milho moído (3,28 e 1,11 mm) na alimentação de vacas confinadas, e observaram aumento na digestibilidade do amido, produção de leite e proteína, e redução no nitrogênio amoniacal e

nitrogênio ureico do leite para o milho moído mais fino. Estes dados indicam que menores granulometrias aumentam a eficiência de utilização do amido e nitrogênio.

2.5.2. Laminação a seco, laminação a vapor e floculação.

O processo de laminação a seco consiste na compressão do grão pelo laminador, que causa modificações apenas na estrutura física, porém, de forma mais branda. O laminador é constituído de três ou dois pares de rolos, que são sustentados em cada extremidade por rolamentos, os grãos passam entre os pares de rolos sob alta pressão rompendo a estrutura física do grão (Peres, 2011).

Este procedimento permite aumento na degradabilidade ruminal em relação ao grão inteiro, porém, em comparação à moagem, a degradabilidade ruminal é menor. De acordo com Mello Júnior (1991), o uso de concentrados contendo grãos submetidos a este tipo de processamento determina aumento na quantidade de amido que chega ao intestino delgado.

Na laminação a vapor, além do efeito físico sobre os grãos, ocorre aumento da umidade e da temperatura dos grãos, por meio da exposição do milho ao vapor d'água, o que potencializa o efeito da gelatinização do amido. O grau de gelatinização depende da temperatura do processo e do tempo de exposição dos grãos (Mourão et al., 2012).

Antes de serem submetidos à prensa pelos rolos compressores, os grãos são mantidos por 15 a 20 minutos em um condensador, onde recebem o contato do vapor, a uma temperatura de 90 a 95°C, elevando a sua umidade para concentrações entre 17 e 20%. Em seguida, o milho é direcionado por gravidade aos rolos compressores, localizados abaixo do condicionador, onde ocorre a laminação, gerando grãos de 1,5 a 2,4 mm de espessura. Posteriormente, os grãos laminados e parcialmente gelatinizados são submetidos à secagem (Pereira e Antunes, 2007).

Na floculação a vapor, os grãos são mantidos no condensador por 30 a 60 minutos, a temperatura entre 90 e 105°C, o que eleva a umidade do milho para 20 a 24% e intensifica o processo de gelatinização. Além dos rolos laminadores, os grãos passam por um segundo par de rolos, ajustados de forma a comprimirem com maior intensidade os grãos, deixando-os com espessura próxima de 0,9 a 1,1 mm (Pereira e Antunes, 2007).

A floculação do milho causa a gelatinização do amido, por meio da ruptura das pontes de hidrogênio, aumenta a superfície do grão sujeita ao ataque microbiano e provoca o rompimento da matriz proteica do milho, resultando em maior digestão do amido (Theurer et al., 1999).

2.5.3. Expansão

O processamento térmico de expansão dos alimentos teve início na década de 80, no norte da Europa, a técnica foi desenvolvida como alternativa à extrusão que não se justificava na alimentação animal pelos altos custos de produção, sendo a expansão relativamente mais barata. (Fancher et al, 1996).

A expansão é exposição do alimento a alta temperatura e pressão, de 90°C a 120°C e 5atm, através da transferência da energia mecânica e energia térmica em um período de 15 a 20 segundos. O processo é realizado por um equipamento denominado “expander”, que consiste em um tubo de paredes grossas com rosca sem fim e válvulas de injeção de vapor, que misturam e amassam os grãos. Os movimentos da rosca sem fim e o vapor injetado elevam a densidade, empurrando o alimento para uma válvula anular que expõem os alimentos a uma mudança brusca de pressão, aumentando a densidade e a porosidade do alimento (Peisker, 1992; Heidenreich, 1994; Fancher et al, 1996; e Borges, 2000).

Sendo assim, ao final do processo os alimentos expostos à elevada temperatura e pressão são expostos instantaneamente à pressão atmosférica, resultando no rompimento das paredes celulares dos alimentos por descompressão (Mendes, 2002; Mendes et. al., 2004)

O processo de expansão promove a gelatinização e a hidrólise do amido, a redução de microorganismos patogênicos, a inativação de fatores antinutricionais termolábeis, o incremento da digestibilidade, a melhoria da qualidade sensorial, o aumento da quantidade de proteína não degradável no rúmen. O uso da expansão permite uma considerável manipulação do volume, densidade e do tamanho da partícula dos alimentos (Heidenreich, 1997; Rodrigues, 2002; Viana, 2004).

2.5.4. Silagem de grão úmido ou re-hidratado

A silagem de grão úmido de milho consiste na fermentação anaeróbica dos grãos colhidos com alta umidade, entre 28 e 35%, ou dos grãos maduros re-hidratados a fim de obter umidade entre 30 e 40%. O processo é similar ao da ensilagem de forrageiras devendo seguir os mesmos princípios e cuidados necessário em relação à colheita, ao carregamento, compactação, vedação e posterior descarregamento (Jobim et al., 2003).

Kramer e Voorsluys (1991) apontaram algumas vantagens da utilização dessa técnica, entre elas, a minimização das perdas na colheita, a liberação antecipada da área para outras culturas, a redução do tempo gasto com a secagem e das perdas ocasionadas por insetos e roedores durante a armazenagem e a diminuição dos custos do alimento produzido.

Quando o grão de milho é devidamente ensilado, há aumento na digestibilidade do amido do grão devido à fragilização e ao rompimento da matriz proteica que envolve os grânulos de amido no endosperma. O amido pode também sofrer o processo de gelatinização, aumentando a sua susceptibilidade ao ataque enzimático.

Pereira, (2012) comparou a digestibilidade in vitro da silagem de grãos de milho re-hidratados, com moagem fina ou grosseira e com crescentes tempos de armazenamento, 0, 14, 28, 56, 112, 168, 224 dias. Foi observado aumento nas degradabilidades efetivas à medida que o tempo de armazenamento aumentou e também para a moagem fina em relação à grosseira, tanto para taxas de passagem de 5% quanto para 8%.

A colheita do grão para a silagem de grão úmido, em estágio de maturação com umidade entre 30 e 40% pode ser um ponto limitante no processo, pois o intervalo para

colheita, a fim de evitar a maturação excessiva e a consequente perda de umidade dos grãos, é pequeno. Além disso, são necessários equipamentos específicos para a colheita, e grandes áreas para o plantio, o que pode não ser acessível para muitos produtores.

Uma alternativa para reduzir o risco na ensilagem de grãos úmidos de milho é viabilizá-la para pequenos produtores seria a prática da re-hidratação e ensilagem do grão em estágio maduro. Já que o milho grão pode ser comprado e ensilado na própria fazenda. Em grãos maduros a moagem também pode ser mais fina que a realizada em grãos colhidos com alta umidade, o que pode fisicamente aumentar a digestibilidade do amido no rúmen.

Filho et al. (2010) estudaram o efeito dos teores de 20, 30, 40% de umidade, e o uso ou não de inoculante bacteriano (*Lactobacillus plantarum*) na reconstituição e ensilagem de grãos de milho maduros e secos. A densidade úmida aumentou e a densidade da matéria seca diminuiu linearmente com o teor de umidade. A perda de peso não foi influenciada pelo teor de umidade e foi menor com o uso do inoculante. O pH diminuiu com o teor de umidade (efeito quadrático) e com o uso do inoculante. Houve interação entre o teor de umidade e o uso do inoculante sobre o pH da silagem. O nitrogênio amoniacal (N-NH₃) da silagem aumentou linearmente com o nível de reconstituição e diminuiu com o uso do inoculante. Baseado nos resultados, o milho pode ser ensilado com 30 a 40% de umidade com uso de inoculante.

2.6. Milho processado na alimentação de vacas leiteiras

Existem duas revisões clássicas na literatura sobre o efeito do processamento do milho na digestão do amido para ruminantes, Owens et al., (1986) e Huntington, (1997) e ambas corroboram no sentido de que o processamento do grão aumenta a digestão total do amido, entretanto o principal efeito é a mudança no sítio de digestão do amido, aumentando a porção digerida no rúmen.

Owens et al., (1986) acreditava que isso poderia ser uma desvantagem, uma vez que em virtude da ausência de perdas via metano e calor, a digestão intestinal do amido seria energeticamente 42% mais eficiente que a digestão ruminal.

Huntington, (1997) a partir de simulações de digestão de amido e a absorção de glicose no intestino de animal em crescimento e vaca lactante sugeriu que a capacidade de digerir amido é o principal fator que limita a absorção da glicose no intestino delgado.

Segundo este mesmo autor para uma vaca em lactação, 28% do fornecimento total de glicose vem da glicose absorvida, 67% a partir de ácidos orgânicos da fermentação do amido no rúmen, e 5% de outras fontes tais como os aminoácidos. Como regra geral, a quantidade de glicose usada pelos tecidos viscerais de ruminantes é igual ou ligeiramente maior do que a quantidade de glicose absorvida a partir do intestino delgado.

Estudos de produção com grãos processados indicam, decisivamente, que o amido é melhor usado quando é extensivamente fermentado no rúmen. A capacidade digestiva limita a captura do amido que entra no intestino delgado, aproximadamente, 45% do amido que passa pelo intestino não é absorvido como glicose. Por conseguinte, qualquer melhoria energética metabólica atribuível à absorção de glicose deve considerar potenciais perdas de

energia atribuíveis à fermentação do amido no ceco, intestino grosso e cólon, e não no rúmen (Huntington, 1997).

Em materiais adequadamente processados cerca de 70 a 85% da digestão do amido ocorre no rúmen. A explicação para o melhor desempenho dos animais quando alimentados com grãos processados mais intensamente é que a digestibilidade total do amido é maior, gerando mais energia, compensando as perdas por metano e calor. (PERES, 2011). Outro fator que pode contribuir para o melhor desempenho é o aumento da síntese de proteína microbiana no rúmen, e consequente aumento no fluxo de proteína para o intestino.

Segundo revisão feita pelo NRC, (2001) o processamento mecânico (moagem) aumenta a digestibilidade do milho em 25% quando comparado com milho inteiro. O milho seco finamente moído é de 7 a 10% mais digestível que o milho laminado seco ou grosseiramente moído, mas parte do aumento é compensada por uma redução na digestibilidade da FDN, devido a isso e às alterações no local de digestão, as diferenças nas concentrações de energia líquida para lactação (NEL) devem ser menores do que as diferenças na digestibilidade (Moe et al., 1973; Knowlton et al., 1996; Wilkerson et al., 1997).

A diferença nas concentrações de NEL entre milho seco quebrado e moído situa-se entre 0 e 4% (Moe et al, 1973; Wilkerson et al, 1997). A produção de leite aumentou de 3,5 a 6%, quando vacas de alta produção (35 kg / d), foram alimentadas com milho moído em comparação com o milho quebrado seco (Mitzner et al, 1994; Knowlton et al, 1996; Wilkerson et al, 1997).

Geralmente milho floculado a vapor aumenta a digestibilidade do amido de 10 a 20%, mas a digestibilidade da FDN diminui (Plascencia e Zinn, 1996; Joy et al, 1997; Crocker et al, 1998; Yu et al, 1998; Dann et al., 1999). Digestibilidade do amido no trato total foi aumentado de forma consistente com a redução da densidade do milho floculado a vapor (Chen et al, 1994; Plascencia e Zinn, 1996; Joy et al, 1997; Yu et al, 1998). No entanto, respostas variáveis de densidade de flocos foram encontradas para digestibilidade da OM, porque a digestibilidade da FDN geralmente diminui à medida que a densidade do floco é reduzida.

A densidade do floco ideal com base na produção de leite é de 360 g / L. A resposta média em produção de leite corrigido para gordura foi de 4,5%, quando milho floculado a vapor substituiu milho seco moído (Chen et al., 1994; Plascencia e Zinn, 1996; Joy et al., 1997; Yu et al., 1998; Dann et al., 1999). O percentual de gordura do leite tende a diminuir, e a porcentagem de proteína do leite tende a aumentar quando milho floculado a vapor substitui o milho laminado a seco.

A silagem de grão úmido aumentou em 9% a digestibilidade do milho para vacas em lactação (Tyrrell e Varga, 1987,. Wilkerson et al, 1997).

Bargo et al, (2003) revisaram oito trabalhos sobre o efeito dos grãos processados, na produção e composição de leite de vacas leiteiras sob pastejo de gramíneas de clima temperado (Bargo et al., 1998; Pieroni et al., 1999; Reis e Combs, 2000; Soriano et al., 2000; Alvarez et al., 2001; Wu et al., 2001; Reis et al., 2001; Delahoy et al., 2003). As formas de processamento de milho incluíram silagem de grão úmido de milho ou sorgo

floculado a vapor em diferentes densidades e milho seco moído. Nenhum trabalho apresentou redução no consumo de pasto ou de MS total quando o milho seco moído foi substituído por milho mais intesamente processado. Pieroni et al. (1999) relataram maior consumo de pasto e MS total quando sorgo floculado a vapor substituiu sorgo moído seco. Exceto Wu et al. (2001), nenhum dos estudos relatou aumento na produção de leite, quando os grãos processados foram substituídos por grãos secos moído. A suplementação com milho finamente moído e ensilado, em vez de milho seco moído aumentou a produção e reduziu o teor de gordura do leite (Wu et al., 2001). Apenas dois dos oito estudos (Alvarez et al, 2001;.. Wu et al, 2001) encontraram maior porcentagem de proteína do leite com grãos úmidos de milho do que com milho seco.

Santos et al., (2001) avaliaram o efeito do milho floculado a vapor em substituição ao milho moído grosso, sendo ambos utilizados como único concentrado energético ou parcialmente substituído por polpa cítrica, em vacas lactantes alimentadas com dietas a base de silagem de milho. A floculação aumentou as digestibilidades aparentes (%) no trato total da MS, da MO, do amido e da proteína, reduziu a concentração de N-NH₃ no rúmen, e proporção de acetato, mas aumentou a concentração de propionato. A floculação tendeu a aumentar eficiência alimentar (P = 0,06) percentual (P = 0,09) e produção (P = 0,11) de proteína do leite. A inclusão de polpa não afetou a ingestão de MS e aumentou digestibilidade da fibra. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, a eficiência alimentar, o percentual e a produção de gordura do leite aumentaram com a inclusão de polpa.

Pires et al., (2008) avaliaram a influência das fontes e formas de processamento do amido utilizado na dieta de vacas em lactação alimentadas com cana-de-açúcar como volumoso. As fontes de amido foram milho moído grosso; milho moído fino; milho floculado a 310 g/L; milho floculado a 360 g/L ou raspa de mandioca. A taxa de hidrólise in vitro do amido da raspa de mandioca foi superior à obtida com as demais fontes de amido testadas. O amido do milho floculado apresentou maior taxa de hidrólise em comparação ao amido do milho moído. Os percentuais médios totais de amido hidrolisado foram de 93,5% para raspa de mandioca, 85,6% para milho floculado a 310 g/L, 83,7% para milho floculado a 360 g/L e 37,8% para milho moído grosso. As fontes de amido e seu tipo de processamento não influenciaram o consumo de matéria seca, os teores de gordura e proteína do leite, a síntese microbiana e a concentração plasmática de glicose. A utilização da raspa de mandioca reduziu as produções diárias de gordura e proteína e a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, cujos valores médios foram de 0,40; 0,45 e 12,48 kg/dia; 0,68; 0,64 e 19,74 kg/dia; 0,57; 0,62 e 17,37 kg para raspa de mandioca, milho floculado e milho moído, respectivamente. A concentração de amônia ruminal foi menor quando fornecidas as rações contendo milho floculado ou raspa de mandioca.

Garcia et al. (2010) trabalhando com vacas da raça Holandês em pastagem de capim elefante e suplementadas com concentrados com diferentes fontes de carboidratos milho seco moído, polpa de citros mais milho grão seco moído, polpa de citros (PC) e silagem de grão úmido de milho (MU), não encontraram diferença de produção de leite entre as dietas com milho moído, silagem de grão de milho úmido e polpa de citros, (22,4, 21,6 e 22,5 kg/dia, respectivamente). Vacas que consumiram silagem de grão úmido de

milho apresentaram maior consumo de forragem (9,7 kg de MS), seguidas das vacas que consumiram milho seco mais polpa de cítrica (8,8 kg de MS), polpa de citros (8,5 kg de MS) e milho grão seco moído (7,2 kg de MS). Vacas que receberam milho seco e milho de alta umidade apresentaram maior porcentagem de proteína e sólidos totais no leite, enquanto vacas que receberam polpa de citros apresentaram maior porcentagem de gordura. Vacas que consumiram silagem de grão úmido de milho apresentaram maior concentração de propionato e menor relação acetato/propionato no rúmen.

Respostas variadas são encontradas nos trabalhos quando vacas leiteiras são alimentadas com milho processado, entretanto de uma forma geral existe uma tendência de aumento na degradabilidade ruminal e digestibilidade do amido, produção de leite e proteína do leite, à medida que se aumenta a intensidade do processamento.

3. Material e métodos

3.1. Local, período e fatores climáticos

O experimento foi realizado na Fazenda Vargem Grande, município de Monsenhor Paulo, na região centro-sul do Estado de Minas Gerais (898 m de altitude, 21°45'28" de latitude sul, 45°32'27" de longitude oeste). 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 experimental se encontram na Tabela 3. O experimento teve início dia 28 de dezembro de 2009 e terminou dia 26 de março de 2010.

Tabela 3. Dados climáticos no período experimental.

Mês	Chuva (mm)	Temperatura C°		
		Mínima	Máxima	Média
Dezembro	185,0	15,8	36,4	24,1
Janeiro	280,0	15,2	35,1	23,2
Fevereiro	103,0	16,8	39,7	25,8
Março	130,5	15,8	39,2	24,0
Média	174,6	15,9	37,6	24,3

Fonte: Dados obtidos na própria fazenda.

3.2. Animais, tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizadas 12 vacas mestiças Holandês-Gir (1/2 sangue), multíparas, com peso médio de 507±25 kg, e 101±39 dias em lactação (DEL) no início do experimento. Para o estudo da fermentação ruminal fora utilizadas mais 4 vacas mestiças Holandês-Gir (1/2 sangue), fistuladas no rúmen, multíparas, com peso médio de 463±30 kg, e DEL de 99±60 dias no início do experimento.

Os tratamentos consistiram na substituição parcial do milho grão seco e moído, na mistura dos concentrados, por milhos processados de diferentes formas. Os tratamentos foram identificados como, MM (Milho seco finamente moído), ME (Milho expandido), MF (Milho floculado a vapor) e MU (Milho moído, re-hidratado e ensilado).

O delineamento experimental adotado foi o de Quadrado Latino 4 x 4, com três repetições, totalizando as 12 vacas, com 12 unidades experimentais por tratamento. Para as avaliações de fermentação ruminal foram utilizadas 4 vacas em Quadrado Latino 4 x 4 totalizando 16 unidades experimentais. Os quadrados foram montados da maneira mais homogênea, contemplando produção de leite e DEL. Os períodos experimentais foram de 21 dias cada, sendo que do 1° ao 14° dia foi considerado período de adaptação dos animais às dietas e do 15° ao 21° dia, período de coletas e avaliações.

3.3. Manejo da pastagem

As vacas foram mantidas em piquetes de capim Mombaça (*Panicum maximum* cv Mombaça), com área média de 0,47 ha. O manejo de pasto era condicionado pela altura, ocorrendo à entrada com altura em torno de 90 cm e saída em torno de 50 cm, dependendo da disponibilidade de piquetes, afim de que o pastejo fosse realizado com 95% de interceptação luminosa (Bueno, 2003). Os animais eram mantidos por um dia em cada piquete e manejadas nos piquetes juntamente com o lote de maior produção da fazenda em uma taxa de lotação variável de 8 a 10 UA/ha. Os piquetes eram adubados na saída dos animais e a adubação média durante o experimento foi de 350 Kg de N, 50 Kg de P e 100 Kg de K por ha.

A disponibilidade da forragem foi estimada duas vezes por semana, antes da entrada dos animais nos piquetes pelo método direto de corte na altura do estrato pastejável, 50 cm de altura. Foi utilizada uma moldura de 1m², a qual era lançada aleatoriamente no piquete em seis pontos, de acordo com Penati (2002). O material foi pesado, picado manualmente e retirada uma amostra, a qual foi colocada em saco, identificada e congelada (-20°C) para posteriores análises.

3.4. Dietas e manejo dos animais

A expansão do milho foi feita em equipamento da empresa Rações Itambé, regulado com uma força motriz de 480 - 530 Ampéres e abertura de bocal de 20 a 30%, temperatura inicial de 55 a 60° C e 10,5% de umidade no produto, à saída do condicionador e temperatura de 130 a 136°C e 10,1% de umidade no expander. O milho foi previamente moído na forma de fubá, em moinho dotado de peneira 2,0 mm.

A floculação do milho foi realizada na fabrica da empresa de nutrição animal Total alimentos com densidade variando entre 360 a 380g/L.

Para a confecção da silagem de grãos de milho reidratada, o milho foi moído em moinho dotado de peneira de 1,0 mm de diâmetro, umedecido a fim de aumentar a umidade para teores próximos a 35%, inoculado com inoculante Kera-sil Grão Úmido® formulado com *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium* e lactose farmacêutica (50 bilhões de UFC/g e 4g/t de grão), Depois foi transferido e compactado em tambores revestidos com saco plástico com capacidade de 200 litros onde foi vedada e armazenada por 6 meses até o início do experimento.

O milho moído foi triturado em moinho martelo dotado de peneira de 1,0 mm de diâmetro, Para determinação do tamanho médio de partículas das formas físicas dos milhos processados, apresentados na Tabela 4, utilizou-se a técnica de peneiras descrita por Yu et al. (1998).

Tabela 4. Tamanho das partículas dos milhos processados

Processamento	Tamanho do furo da peneira (mm)							P,R,P ¹
	3,36	2,38	1,41	1,19	0,5	0,35	0,125	
Moído	0,0	0,0	0,0	13,8	31,4	28,3	18,3	8,2
Expandido	56,7	20,3	15,4	3,7	1,4	0,5	0,3	1,7
Floculado	68,3	27,2	2,3	0,8	0,4	0,2	0,2	0,6
Re-hidratado	0,0	0,0	0,0	6,7	22,8	45,1	17,4	7,9

¹ P.R.P = % partículas retidas no fundo do prato

Os alimentos utilizados para a formulação dos concentrados e suas composições são apresentados na tabela 5 e as dietas experimentais encontram-se na Tabela 6. Todos os ingredientes do concentrado foram misturados em misturador de ração vertical, com capacidade para 1000 kg por batida. Exceto a silagem de grãos de milho reidratada que foi misturada momentos antes do fornecimento.

Tabela 5. Composição dos alimentos utilizados nas dietas experimentais de vacas leiteiras em pastejo suplementadas com milho processado de diferentes formas

Alimento	MS%	Nutrientes % da MS				
		PB	FDN	FDA	EE	Cinzas
Feno de tifton-85	86,00	12,87	77,85	34,32	2,12	7,30
Farelo de soja	85,74	49,58	27,94	6,95	2,11	6,75
F. gluten de milho	90,02	55,25	10,48	8,21	2,11	4,21
Polpa citros	89,82	7,33	21,83	20,26	3,22	7,02
Casca de soja	88,06	11,2	65,9	47,57	1,5	4,06
Milho moído	87,56	8,40	12,57	3,36	4,36	1,64
Milho expandido	88,18	8,88	11,52	3,81	5,88	1,55
Milho floculado	86,70	8,58	10,14	3,52	3,44	1,61
SGMR	65,29	8,85	7,66	2,66	4,13	1,51

SGMR = Silagem de grão de milho re-hidratado; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = Fibra insolúvel em detergente ácido.

A suplementação concentrada foi dividida igualmente em três períodos do dia, após cada ordenha e às 11:00h. A suplementação era feita em um estábulo, com cochos individuais, com canzil e separação interna. As vacas permaneciam pelo menos 30 minutos com acesso individual ao concentrado, e após a alimentação eram conduzidas aos piquetes.

A fim de garantir ambiente ruminal adequado, foi adicionado na dieta 1 kg de feno na matéria natural. O feno era fornecido no trato das 11:00h, período que culminava com a menor procura de pasto pelos animais.

Durante o período de coleta as sobras de concentrado e feno foram mensuradas ao final de cada dia. Em cada período de coleta foram coletadas amostras dos concentrados e feno, que eram armazenadas e congeladas (-20°C) para posteriores análises.

Tabela 6. Composição dos concentrados experimentais fornecidos para vacas leiteiras em pastejo suplementadas com milho processado de diferentes formas

Ingredientes %	Tratamentos			
	MM	ME	MF	UM
Polpa citros	15.9	15.9	15.9	15.9
Milho moído	43.5	14.5	14.5	14.5
Milho expandido	0.0	29.0	0.0	0.0
Milho floculado	0.0	0.0	29.0	0.0
Milho umido	0.0	0.0	0.0	29.0
Farelo de soja	12.7	12.7	12.7	12.7
Protenose	2.2	2.2	2.2	2.2
Casquinha de soja	13.0	13.0	13.0	13.0
Núcleo mineral ¹	4.1	4.1	4.1	4.1
Bicarb. Sódio	0.7	0.7	0.7	0.7

MM = Milho Moido; ME = Milho Expandido; MF= Milho Floculado; MU = Milho re-hidratado e ensilado.

¹ NutronMilk TMOLB (17,5% Ca; 2,5% P; 10% Na; 1,0% K; 4.2% Mg; 1.0% S; 1294,5ppm Mn; 8,9 ppm Co; 402 ppm Cu; 22,3 ppm I; 11,3 ppm Se; 1697 ppm Zn; Monensina sódica 460 ppm; Vitamina A 150.000 UI; Vitamina D 37.500 UI; Vitamina E 937,5 UI; Biotina 30,77 ppm; 15% NaHCO₃).

3.5. Avaliação da produção e composição do leite

A produção de leite foi determinada do 15º ao 20º dia do período experimental, realizando-se pesagens diárias às 05:00h e 17:00h durante a ordenha dos animais sem a presença do bezerro e com a utilização de ocitocina endovenosa (2 UI/ordenha). Foram coletadas amostras de leite das seis primeiras ordenhas, através de coletores acoplados ao equipamento de ordenha. As amostras de leite foram acondicionadas em frascos plásticos sob refrigeração (4°C) com 2-bromo 2-nitropropano 1,3-diol na relação de 10 mg para 50 mL de leite, e posteriormente analisadas para teores de gordura, proteína, nitrogênio uréico do leite (NUL), no aparelho ChemSpeck 150 de espectrofotometria de trans-reflectância.

A produção diária de gordura e proteína foi calculada multiplicando a produção de leite pelo teor da análise, de cada ordenha. As produções da manhã e da tarde foram somadas e a média dos três dias de coleta calculados.

A produção de leite corrigida para 4% de gordura (LCG 4%) foi obtida pela equação citada no NRC (1988):

LCG 4% = (0,4 x PL) + (15x %G x PL), sendo:

- LCG 4% = Produção de leite corrigido para 4% de gordura (kg/dia).
- PL = Produção de leite (kg/dia).
- %G = Porcentagem de gordura.

Para estudar a eficiência de conversão de MS em leite, foi calculada a eficiência com a seguinte fórmula:

Eficiência = Produção de leite, kg / kg de MS ingerida.

3.6. Determinação do consumo de pastagem e digestibilidade aparente

Para determinação da produção fecal (PF), foi utilizado marcador externo LIPE[®] (hidroxifenilpropano modificado e enriquecido) descrito por Saliba et al. (2003), fornecido na dose de 0,5 g/vaca/dia via oral uma vez no dia, durante sete dias consecutivos, do 15° ao 20° dia do período experimental.

Para determinar o consumo individual diário de MS foi utilizado o método indireto a partir da relação entre as estimativas da PF e o teor do indicador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) descrito por Huhtanen et al. (1994) como demonstrado abaixo:

Consumo de pasto = % FDNi no pasto x kg de FDNi nas fezes referente ao pasto (FDNi fp)
 FDNi fp kg = (% FDNi nas fezes x Produção fecal total kg) – (% FDNi no concentrado x consumo de concentrado kg)

A coleta das fezes, em torno de 500 g / animal / dia, para análise de excreção do indicador, foi realizada duas vezes ao dia após as ordenhas diretamente na ampola retal das vacas do 17° ao 21° dia do período experimental e foram estocadas a -20 °C para posteriores análises.

A digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e do amido foram calculados como sendo a relação entre, a diferença da quantidade consumida e nas fezes pela quantidade consumida, conforme a fórmula:

Digestibilidade dos nutrientes = ((kg de MS consumido x % nutriente) – (kg de MS nas fezes x % nutriente)) / (kg de MS consumido x % nutriente) x 100

Ao final do experimento as amostras foram pré-secadas em estufa com ventilação forçada regulada a 55°C por 72 horas e determinou-se o teor de matéria pré-seca. Em seguida as amostras foram moídas em moinho dotado de peneira com crivos de 1 mm de diâmetro. Posteriormente, foi feita uma amostra composta por período experimental, e análises dos teores de MS em estufa a 105 °C (Lenkeit e Becker, 1956), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (A.O.A.C., 1995), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Van Soest et al. (1991), e determinação de cinzas em mufla a 600 °C, de acordo com A.O.A.C (1990). O amido foi analisado segundo método descrito por Mc Cleary et al. (1997) nesta técnica o amido é hidrolisado com amilase em autoclave e a glicose livre titulada, os açúcares livres presentes na amostra também são titulados para serem descontados.

3.7. Determinação dos derivados de purina e creatinina

Para análise de urina foi feita coleta spot, duas amostras no 15^o e 16^o dia de cada período durante o tempo que as vacas estavam presas recebendo a suplementação com concentrado. As coletas eram realizadas de 1 a 4 horas após o início da alimentação das vacas. Uma alíquota de 5 mL de cada amostra de urina foi diluída em 45 mL de uma solução contendo ácido sulfúrico 0,036N, e armazenada -10 °C.

Ao final do experimento as amostras de urina foram descongeladas para elaboração de uma amostra composta por vaca, por período, para quantificação dos derivados de purinas (ácido úrico e alantoína), creatinina e nitrogênio.

Uma alíquota foi analisada para determinação da concentração de creatinina e ácido úrico através de kits comerciais (Bioclin®). O teor de nitrogênio da urina foi obtido pelo método Kjeldahl (A.O.A.C., 1995). A concentração de alantoína foi determinada pela técnica descrita por Chen & Gomes (1992) e a absorvância foi analisada por colorimetria a 522nm.

O cálculo do volume urinário foi feito de acordo com equação proposta por Magalhães et al. (2005), utilizando a excreção média diária de creatinina em função do peso vivo do animal, obtida por Chizzotti (2004), que é de 24,05 mg/Kg de PV/dia e da concentração de creatinina na amostra (mg/L). Segue a fórmula utilizada:

Volume de urina (L) = PV (kg) x excreção de creatinina (mg/kg de PV) / Concentração de creatinina (mg/L)

Para calcular a concentração de alantoína, ácido úrico e creatinina em mmol/dia, foi utilizado o peso molecular de cada molécula, alantoína (158,1g/mol), ácido úrico (168g/mol) e creatinina (113,118 g/mol).

3.8. Determinação do balanço de nitrogênio

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 & Ferguson, 1992). Então, do total de N consumido foi calculado o teor de N, que foi excretado, ou transformado em proteína do leite.

3.9. Determinação dos metabolitos sanguíneos

Amostras individuais de sangue na veia ou artéria coccígea em cada uma das 12 vacas, no último dia experimental (21^o dia), utilizando tubos vacutainer contendo ativador de coágulo e gel separador para análise de ureia, e Fluoreto de Sódio para análise de glicose.

Quatro coletas foram realizadas, uma imediatamente após o fornecimento do trato de concentrado, e três a cada 2 horas. O sangue foi centrifugado (5.000 rpm) e o plasma

congelado em microtubos tipo “ependorf” para posterior análise da concentração de ureia e glicose.

As amostras de sangue foram analisadas para determinar a concentração de nitrogênio ureico no plasma e glicose. Foram utilizados kits comerciais (Synermed®) e os procedimentos foram realizados em aparelho automatizado (Cobas Mira -Brasil).

3.10. Avaliação da fermentação ruminal

As amostras de fluido ruminal foram coletadas manualmente no 21º dia de cada período experimental. Os animais eram encaminhados até os canzins de alimentação onde eram contidos e as coletas realizadas imediatamente antes da primeira suplementação pela manhã e com intervalos de duas horas até 22h após a primeira coleta, nos intervalos entre coletas os animais eram conduzidos novamente para os piquetes. As coletas foram feitas diretamente no saco ventral do rúmen, e filtradas em camada dupla de gaze. A medida do pH foi realizada no momento das coletas de líquido ruminal, utilizando-se potenciômetro digital de bolso (PHTEK®, modelo pH 100).

Amostras de 50 ml de fluido ruminal foram acidificadas com 1 ml de ácido sulfúrico (50%) e armazenadas a -10°C para futuras análises de amônia (N-NH₃), outra alíquota de 8 ml de fluido ruminal foi conservada em 2 ml de ácido metafosfórico (25%) e armazenada (-10°C), para posteriores análises dos AGV (acético, propionico e butírico).

Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, sendo as concentrações de N-NH₃ obtidas realizando-se destilação com óxido de magnésio, utilizando ácido bórico como solução receptora, e ácido clorídrico (0,0120 N) na titulação (AOAC, 1990).

As concentrações dos AGV foram determinadas após a centrifugação do líquido ruminal em centrífuga Sorvall RC-5B- Refrigerated Superspeed Centrifuge (Du Pont Instruments ®) a 5000 r.p.m por 10 minutos e 10°C através de cromatografia gasosa num cromatógrafo de fase gasosa marca Shimadzu ® modelo GC – 17^a com autoinjeter Shimadzu ® CBM -101, acoplado a um microcomputador com software class-GC 10 versão 1,61. Os AGV 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).

3.11. Avaliação da degradabilidade *in situ*

As degradabilidades *in situ* da forragem e dos milhos processados foram realizadas utilizando-se quatro vacas fistuladas no rúmen, do 17º ao 21º dia de cada período. Cada material foi incubado no animal correspondente à dieta experimental.

As amostras de capim Mombaça foram pré-secas, durante 48 horas, em estufa de ventilação forçada regulada a 55°C e moídas em moinho dotado de peneiras de 5mm de crivo. Posteriormente, cinco gramas de cada alimento foram incubados em sacos de náilon de 20,0 cm de altura e 10 cm de largura (16,67 mg de amostra/cm², considerando 15 cm de altura livre), com poros de 40µm e ancorados em uma corrente. Os tempos avaliados

foram: 0, 3, 6, 12, 18 e 24 horas para os concentrados e 0, 6, 12, 18, 24, 48 e 96 horas para a forragem, para cada tempo foram incubados 3 sacos por alimento, esses foram distribuídos ao longo da corrente afim de que cada um estivesse em um estrato diferente do rúmen. O tempo zero não foi incubado no rúmen.

Os saquinhos foram, em sua totalidade, incubados por ocasião do fornecimento da alimentação da manhã e retirados nos tempos descritos anteriormente. Imediatamente após a retirada, os sacos foram armazenados a -20°C .

Para estimativa da degradabilidade *in situ*, ao final do experimento, os sacos foram descongelados à temperatura ambiente, lavados até que a água saísse límpida. Após a lavagem, os mesmos foram secos em estufa de ventilação forçada regulada a 55°C , por 72 horas, transferida para um dessecador por 30 minutos e pesados.

Posteriormente as amostras foram moídas a 1mm para análise de matéria seca e orgânica, segundo AOAC (1990). As amostras de capim Mombaça ainda foram analisadas para, FDN e FDA de acordo com Van Soest et al. (1991). A concentração destas frações nos alimentos e os pesos das amostras incubadas foram utilizados para cálculos do desaparecimento das respectivas frações. A fração solúvel dos alimentos foi determinada pela perda de material por ocasião da lavagem dos saquinhos correspondentes ao tempo zero.

Os parâmetros de digestibilidade ruminal *in situ* foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do procedimento para modelos não-lineares (PROCNLIN) do SAS (1985) para cada um dos alimentos avaliados (forragens e milhos processados), a partir da utilização conjunta dos dados das quatro repetições disponíveis (animais), obtendo portanto, valores médios para caracterizar as referidas condições estudadas.

Os dados das degradações parciais foram ajustados, segundo a equação proposta por Mehrez & Ørskov (1977):

$$P = a + b (1 - e^{-c \cdot t})$$

Onde: P é a quantidade de nutriente degradado no tempo t; a, a fração rapidamente solúvel em água; b, a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; c, a taxa de degradação da fração b.

As determinações das degradabilidades efetivas (DE, %) foram feitas de acordo com o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979), qual seja:

$$DE = a + ((b * c) / (c + k1)),$$

Onde a (%) corresponde à fração solúvel mais partículas com tamanho reduzido que atravessam os poros do náilon, b, (%) à fração potencialmente degradável por ação da microbiota; e “k1” às taxas de passagem ruminal de 2; 5; e 8%/hora, estabelecidas segundo recomendações do ARC (1984).

3.12. Análise estatística

O experimento seguiu um delineamento do tipo Quadrado Latino 4 x 4, triplo. As análises estatísticas para consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, excreção de derivados de purinas e balanço de nitrogênio foram executadas pelo modelo misto do SAS 6.12 (Proc Mixed) para Quadrado Latino (SAS, 1989), sendo os testes para comparações múltiplas analisados para um $\alpha = 0,05$, utilizando o teste Tukey, segundo o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + P_k + Q_l + \epsilon_{ijkl}, \text{ em que:}$$

Y_{ijklm} = variável dependente da resposta animal;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4$);

A_j = efeito do animal j dentro do quadrado l ;

P_k = efeito do período k ($k = 1, 2, 3, 4$);

Q_l = efeito do quadrado ($l = 1, 2, 3$);

ϵ_{ijkl} = erro associado à média.

A análise estatística para os parâmetros sanguíneos foi realizada pelo modelo misto do SAS 6.12 (Proc Mixed) com parcelas subdivididas e sendo os testes para comparações múltiplas analisados para um $\alpha = 0,05$, utilizando o teste Tukey, segundo o modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + A_j + P_k + Q_l + PT(ki) + \epsilon_{ijkl} + Z_m + ZT_{ml} + \epsilon_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = variável dependente da resposta animal; tempo m .

μ = Média geral;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4$);

A_j = efeito do animal j dentro do quadrado l ;

P_k = efeito do período k ($k = 1, 2, 3, 4$);

Q_l = efeito do quadrado ($l = 1, 2, 3$);

$PT(ki)$ = interação entre período k e tratamento i ;

ϵ_{ijkl} = erro aleatório atribuído à parcela;

Z_m = efeito do tempo de avaliação m ($m = 1, 2, 3, 4$);

ZT_{ml} = interação entre tempo m e tratamento i ;

ϵ_{ijklm} = erro aleatório atribuído à subparcela.

A análise estatística para o estudo da fermentação ruminal foi realizada pelo modelo misto para QL do SAS 6.12 (Proc Mixed) com parcelas subdivididas e sendo os testes para comparações múltiplas analisados para um $\alpha = 0,05$, utilizando o teste Tukey, segundo o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + P_k + PT(ki) + \epsilon_{ijk} + Z_l + ZT_{li} + \epsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = variável dependente da resposta animal; tempo l.

μ = Média geral;

T_i = efeito do tratamento i (i = 1, 2, 3, 4);

A_j = efeito do animal j; (j = 1,2,3,4);

P_k = efeito do período k (k = 1, 2, 3, 4);

$PT(ki)$ = interação entre período k e tratamento i;

ϵ_{ijk} = erro aleatório atribuído à parcela;

Z_l = efeito do tempo de avaliação l;

$ZTli$ = interação entre tempo m e tratamento i;

ϵ_{ijkl} = erro aleatório atribuído à subparcela.

A análise dos dados para os desaparecimentos dos componentes nutricionais (degradabilidade *in situ*) foram feitos utilizando-se o programa SAS 6.12 (Proc Mixed), regreção não linear NLIN.

4. Resultados e Discussão

4.1. Disponibilidade e composição da forragem

A disponibilidade de forragem e a altura de entrada dos animais nos piquetes são apresentadas na tabela 7 de acordo com o período experimental. O objetivo de realizar a desfolha do dossel forrageiro com altura de 90 cm do *Panicum maximum* cv. Mombaça, o que corresponde a 95% de interceptação luminosa (Carnevalli, 2003), foi relativamente alcançado.

Tabela 7. Altura do dossel forrageiro de *Panicum maximum* cv. Mombaça na entrada e saída dos animais e disponibilidade de forragem no estrato pastejável para vacas leiteiras em pastejo intensivo suplementadas com milho processado de diferentes formas

Período	Altura de entrada (cm)	Altura de saída (cm)	MS/ha ¹ (kg)	MS/vaca/dia ¹ (kg)
1	100,9	58,8	3868,4	25,4
2	88,7	48,6	2940,7	19,3
3	89,1	51,1	2893,4	19,0
4	87,3	49,9	2761,4	18,1
Média	91,5	52,1	3116,0	20,5

¹Massa de forragem no estrato pastejável, MS = Matéria Seca

A disponibilidade média estimada de forragem no estrato pastejável durante o período experimental foi de 3.116 kg de MS/ha semelhante aos relatados na literatura em trabalhos que estimaram a disponibilidade de biomassa da forragem por meio do estrato pastejável (Aroeira et al., 1999; Deresz, 2001; Paciullo et al., 2008). Sob o ponto de vista de nutrição animal, a técnica usada apresenta a vantagem de estimar valores próximos da biomassa potencialmente consumível por animais em pastejo (Paciullo et al., 2008).

A disponibilidade de forragem parece não ter sido um fator limitante no consumo dos animais, diversos trabalhos têm apresentado disponibilidades semelhantes. Paciullo et al. (2008), Danés (2010) e Chagas (2011) trabalhando com capim elefante observaram uma disponibilidade de 3402, 3.350 e 2.800kg de MS/ha referente ao estrato pastejável, e consumo de 12,96; 9,03 e 9,56 kg de MS/vaca dia e 2,70; 1,32 e 2,06% PV, respectivamente.

Deresz et al. (2006), trabalhando também com capim elefante relataram disponibilidade de 2400 kg de MS/ha e uma oferta de forragem de 20,03 kg de MS/vaca/dia referentes ao estrato pastejável nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro para vacas leiteiras mestiças estes valores não limitaram o consumo de MS dos animais segundo os autores.

Gomide et al. (2001) avaliaram a produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens*, sob duas ofertas diárias de forragem 4 e 8 kg de matéria seca de forragem verde (MSFV)/100 kg de peso vivo dos animais. A disponibilidade média durante o estudo foi de 3495 kg de MS/ha e o peso médio dos animais era de 499 kg. O

consumo médio diário de matéria seca (12,4 kg/vaca) e a produção de leite (11,0 kg/vaca/dia) não foram afetados pelas ofertas de pasto estudadas.

A composição bromatológica da forragem e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca podem ser observadas na tabela 8.

Tabela 8. Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do estrato pastejável do *Panicum maximum* cv. Mombaça, segundo o período experimental.

Período	MS	% da matéria seca							
		PB	FDN	FDA	NIDA	Lignina	EE	Cinzas	DIVMS
1	19,5	16,2	65,1	32,6	0,76	3,8	3,6	11,2	65,9
2	19,5	15,7	62,6	34,1	0,46	3,8	3,7	10,2	66,6
3	18,7	15,7	67,1	34,9	0,61	3,4	4,5	11,7	63,8
4	18,1	16,4	64,9	33,9	0,51	3,3	4,7	10,9	66,5
Média	19,0	16,0	64,9	33,9	0,60	3,6	4,1	11,0	65,7

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; NIDA = nitrogênio ligado a FDA; EE = estrato etéreo; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

A forrageira apresentou bom valor nutritivo em todos os períodos experimentais, caracterizado por reduzidos teores de FDN e lignina e elevados teor de proteína bruta. Isso é decorrente tanto do método de amostragem (extrato pastejável), quanto do manejo da pastagem, que combinou fertilização nitrogenada com desfolha da forrageira no ponto fisiológico adequado.

Segundo Euclides (1995) para *Panicum maximum* Jacq., pode observar que teores de FDN abaixo de 55% são raros, acima de 65% são comuns em tecidos novos e entre 75 e 80 % são encontrados em matérias vegetal mais maduro.

As gramíneas tropicais apresentam baixos teores de carboidratos não fibrosos que são raramente superiores a 20% dos carboidratos totais. Assim, a hemicelulose e celulose são responsáveis pela maior parte da fermentação ruminal. Desse modo, a relação FDA/FDN e lignina/FDA é um fator importante a ser analisado no que diz respeito ao valor nutritivo da planta forrageira. Forragens que apresentam baixos valores de FDA em relação à FDN e de lignina em relação à FDA, disponibilizam uma fração fibrosa com alto de digestibilidade potencial (Herling et al., 2005).

Os valores médios de FDN/FDA e Lignina/FDA foram 0,52 e 0,11 respectivamente, Lopes et al. (2011) caracterizou o teor de nutrientes e a digestibilidade da fibra das principais gramíneas tropicais produzidas sob patejo rotacionado incluindo o Mombaça, e observou relações de FDN/FDA e Lignina/FDA muito semelhantes às encontradas neste trabalho (0,56 e 0,12). Este mesmo autor comparou a degradabilidade *in vitro* da FDN entre as gramíneas tropicais e uma silagem de alfafa padrão que apresentava 0,85 e 0,25 de FDN/FDA e Lignina/FDA respectivamente. A degradabilidade da FDN das gramíneas tropicais foi 19,9 unidades percentuais maior que da silagem de alfafa. Estes dados confirmam que a estratégia de manejo adotada neste trabalho foi efetiva no sentido de produzir uma forragem de alta qualidade.

Os valores de FDN, FDA e lignina foram muito próximos dos encontrados por Bueno (2003) 66,6; 36,7; 5,3, Pacheco Jr. (2009) 71,4; 37,7; 3,69, Lista (2007a) 69,9; 34,6; 4,08 e Lista (2007b) 69,9; 29,01; 4,35, para amostras de extrusa e 63,48; 36,72; 3,11, para amostra de pastejo simulado, respectivamente.

O teor de PB médio de 16% da MS foi superior aos relatados por outros autores que trabalharam com *Panicum maximum* cv. Mombaça em sistemas de pastejo rotativo (Cândido et al., 2005; Vanzela et al., 2006; Lista et al., 2007a,b e Euclides et al., 2008). Entre tanto foi semelhante aos encontrados por Bueno (2003) 15,4% e Pacheco Jr. (2009) 16,5%. Normalmente, nas gramíneas tropicais, o teor de PB na matéria seca produzida está diretamente relacionado com a quantidade de nitrogênio aplicado (Alvim et al., 1999).

O valor médio de DIVMS foi de 65,5% o que corrobora com valores encontrados por Bueno, (2003) 61,8 e Lista (2007a) 68,9; e é maior do que os encontrados por Lista (2007b) 53,8 para amostras de extrusa e 55,74 para amostra de pastejo simulado. Segundo Deresz (2001), valores de DIVMS de próximos a 65,9%, são suficientes para atender às exigências de manutenção e produção de vacas leiteiras mestiças holandês x zebu com potencial de produção de leite de 15 kg por dia.

4.2. Consumo e digestibilidade aparente

Os consumos de pasto, concentrado, feno, MS, MO, PB, FDN de acordo com o tratamento experimental podem ser observados na tabela 9. O consumo de MS foi de $19,96 \pm 1,01$ kg, próximo ao valor estimado pelo NRC (2001). Os consumos de FDN total e de forragem foram acima do mínimo recomendado pelo NRC (2001) (25% de FDN total e 19% de FDN proveniente de forragens na MS) para todos os tratamentos.

Neste experimento, a amplitude do consumo em %PV de MS foi de 3,89 a 4,22% MS e de FDN 1,46 a 1,66%. García (2007) verificou amplitude de consumo de MS menores, 3,08 a 3,43% MS/PV, provavelmente devida a menor produção de leite das vacas. Este mesmo autor verificou amplitude de consumo de FDN para vacas leiteiras de 1,21 a 1,5% FDN/PV o que foi semelhante às encontradas neste trabalho.

A média de consumo de pasto ($6,6 \pm 0,94$ kg de MS/dia) esteve próximo ao esperado, entretanto, foi maior quando as vacas foram suplementadas com MF (8,02 kg de MS/dia), o que refletiu em maior consumo de MS, MO, PB, FDN para o mesmo tratamento. O aumento no consumo de pasto quando as vacas foram suplementadas com MF, pode ser um indício de que o processo de flocculação foi menos intenso na disponibilização do amido quando, comparado aos outros processamentos. Segundo Mc Carthy et al. (1989) o aumento de disponibilidade de amido no rúmen pode levar a efeitos adversos como reduções na digestibilidade de carboidratos fibrosos da dieta e ingestão de forragem e MS.

Esta hipótese corrobora com os dados de digestibilidade aparente (DA), que podem ser observados na tabela 10, onde a DA da MS e MO foram maiores para a dieta de MF em comparação com as dietas de ME e MU, refletindo no consumo de forragem, de MS e de FDN. Foi observado também uma menor DA da FDN na dieta de MU quando comparada com as dietas de MM e MF. A digestibilidade aparente da PB da dieta, e a porcentagem de amido nas fezes não foram influenciadas pelo processamento do milho.

Tabela 9. Consumo de *Panicum maximum* cv. Mombaça, concentrado, feno, MS, MO, PB, FDN e amido por vacas leiteiras em pastejo suplementadas com milho processado de diferentes formas

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	MU		
kg MS						
Pasto	6,85 b	6,61 b	8,02 a	6,68 b	0,13	<0,01
Concentrado	12,42	12,47	12,52	12,18	0,06	0,09
Feno	0,84	0,80	0,83	0,83	0,01	0,61
MS	20,11 b	19,88 b	21,37 a	19,69 b	0,14	<0,01
MO	18,21 b	18,01 b	19,33 a	17,85 b	0,13	<0,01
PB	3,06 b	3,05 b	3,25 a	3,02 b	0,02	<0,01
FDN	7,70 b	6,50 b	8,40 a	7,39 b	0,08	<0,01
PV%						
MS	3,96 b	3,94 b	4,22 a	3,89 b	0,03	<0,01
FDN	1,52 ab	1,48 b	1,66 a	1,46 b	1,26	<0,01

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho reidratado e ensilado, Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0,05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade.

Segundo Mould e Orskov (1984) dietas formuladas para ruminantes com a presença de amido reduzem a digestão das fibras por vários eventos, destacando a preferência dos microrganismos ruminais por estes carboidratos, cuja degradação reduz o pH ruminal inibindo os microrganismos celulolíticos e afetando digestibilidade da fibra.

García (2007) observou resultados diferentes, em estudo com vacas leiteiras sob pastejo de capim Elefante, onde as dietas com silagem de grão úmido obtiveram maior digestibilidade aparente, e proporcionaram maior consumo de forragem quando comparadas a dietas de milho moído seco (1,0 mm), essa diferença pode ter ocorrido devido ao consumo de concentrado ter sido quase a metade quando, comparados aos observados neste estudo.

Grant e Mertens (1992), estudando o efeito do pH e da adição de amido na dinâmica de digestão da fração fibrosa de alimentos volumosos, conduziram um ensaio *in vitro* com diferentes tempos de incubação e valores de pH tamponado (5,8; 6,2 e 6,8). Os autores observaram que, com o declínio do pH de 6,2 para 5,8 com ou sem adição de amido, ocorreu aumento no tempo de colonização e redução na taxa de degradação da FDN das amostras incubadas. Ao mesmo tempo, a simples adição de amido no meio, fazendo a manutenção do pH com soluções tampão, reduziu o tempo de colonização sem diminuir a taxa de degradação da FDN das forragens incubadas (*Medicago sativa* e *Bromus inermis*). Estes resultados sugerem que existe interação entre ambiente ruminal e concentração de amido na dieta para a resposta digestibilidade da FDN.

Tabela 10. Digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN das dietas e concentração de amido nas fezes de vacas leiteiras em pastejo de de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas

Variáveis (%)	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	UM		
DA MS	64,5 ab	64,3 b	66,1 a	63,7 b	0,098	<0,01
DA MO	65,9 ab	65,8 b	67,6 a	65,4 b	0,116	<0,01
DA PB	60,8	61,6	62,0	61,5	0,297	0,73
DA FDN	52,1 a	49,1 ab	51,9 a	45,0 b	0,697	0,02
Amido Fezes	12,2	12,0	11,3	12,3	0,370	0,17

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0,05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, DA = digestibilidade aparente, MS = matéria seca; MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

Pieroni et al. (1999) observaram aumento no consumo de forragem pastejada e MS total quando sorgo floculado a vapor substituiu o sorgo moído seco na suplementação de vacas, produzindo 20,4kg de leite/dia, e pastejando gramíneas de clima temperado, sendo a suplementação 5 kg de sorgo mais 2kg de farelo de girassol. Entretanto Reis e Combs (2000) trabalhando com vacas da raça Holândes pastejando gramíneas de clima temperado e produzindo, em média, 32 kg de leite/dia e suplementadas com 9 kg de concentrado, não encontraram diferenças no consumo total de matéria seca e de pasto, nem na digestibilidade das dietas quando compararam suplemento concentrado com milho laminado a vapor e suplemento com milho moído seco (19,8 e 20,0 kg/dia MS 10,7 e 10,8 kg/dia pasto 61,2% DA, respectivamente).

Oba e Allen (2003) encontraram redução no consumo de matéria seca total, quando substituíram o milho seco pela silagem de grão úmido de milho em dietas de vacas da raça holandesa com alta porcentagem de amido (33 %/MS), mas não encontraram diferenças quando o grão úmido substituiu o grão seco em dietas de baixa porcentagem de amido (21 %/MS). Knowlton et al. (1998) também encontraram diminuição de 1,1 kg no consumo de matéria seca 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).

Santos et al. (2001) avaliaram o efeito do milho floculado a vapor em substituição ao milho moído grosso, sendo ambos utilizados como único concentrado energético ou parcialmente substituído por polpa cítrica, em vacas lactantes alimentadas com dietas a base de silagem de milho. A floculação aumentou as digestibilidades aparentes no trato total da MS, MO, amido e proteína. A inclusão de polpa, e conseqüente redução do consumo de amido, não afetou a ingestão de MS, mas aumentou a digestibilidade da fibra, além de aumentar a digestibilidade do amido no tratamento moído grosso.

Aldrich et al. (1993) observaram maior consumo de matéria seca (+1kg) para os tratamentos com fonte de amido de baixa degradabilidade ruminal (milho grão), quando comparados com uma fonte de alta degradabilidade ruminal (milho grão de alta umidade). Santos (1996) e Santos et al. (1997) também reportaram que o consumo de matéria seca

para o tratamento sorgo laminado a seco foi 15% superior à média dos tratamentos que continham sorgo floculado a vapor.

Até certo ponto, o aumento da participação ruminal na digestão do amido proporcionada pelos processamentos é benéfica, por que aumenta a disponibilidade de energia no rúmen. Entre tanto o excesso de amido fermentável no rúmen pode trazer efeitos adversos com reduções na digestibilidade da fibra e CMS.

4.3. Produção e composição do leite

A produção de leite tendeu ($P = 0,08$) a ser maior para a dieta de ME (33,68 kg/dia), quando comparado com as dietas MM (32,76 kg/dia), MF (32,55 kg/dia), MU (32,25 kg/dia). Entretanto os diferentes processamentos não influenciaram, na produção de leite corrigida para 4%, produção de gordura, produção de proteína, e porcentagem de proteína e gordura do leite, que podem ser observados na tabela 11.

Tabela 11. Produção e composição do leite e eficiência de utilização dos nutrientes de vacas leiteiras em pastejo de de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	MU		
Leite kg/dia	32,76	33,68	32,55	32,25	0,55	0,08
LCG 4% kg/dia	30,61	30,81	29,82	29,64	0,42	0,13
Gordura kg/dia	1,16	1,15	1,12	1,11	0,02	0,18
Proteína kg/dia	1,01	1,00	1,00	0,97	0,01	0,42
Gordura %	3,59	3,46	3,47	3,47	0,07	0,26
Proteína %	3,09	2,99	3,09	3,01	0,04	0,13
NUL mg/dL	13,54	12,74	12,46	13,31	0,38	0,12
Leite/CMS	1,63 a	1,70 a	1,52 b	1,64 a	0,03	<0,01
PV kg	507,5	505,8	507,4	506,9	3,62	0,10
Escore	3,00	3,02	3,02	3,04	0,02	0,89

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0,05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, LCG 4% = Leite corrigido para 4% de gordura; PL = Produção de leite; NUL = Nitrogênio ureico no leite CMS = consumo de matéria seca; PV = peso vivo; MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

Quando as vacas receberam a dieta ME produziram 1,16 kg de leite a mais que a média das vacas alimentadas com as outras dietas. Este fato pode ter ocorrido devido a um melhor ajuste do consumo e disponibilidade ruminal de amido na dieta de ME, proporcionando mais energia disponível quando comparado com as dietas de MM e MF, e um ambiente ruminal mais adequado à digestão da fibra quando comparado à dieta de MU.

A quantidade ótima de amido dietético será uma função de vários fatores, incluindo a degradabilidade inerente da fonte de amido, o método de processamento, a quantidade de proteína solúvel e FDN, método de alimentação, e meio ambiente. Para alterar a

disponibilidade de amido na dieta é necessário mudanças nas proporções das frações dos carboidratos, sobretudo amido e FDN. Quando isso não acontece o aumento efetivo no conteúdo de energia da dieta pode ser menor do que o previsto (Weiss e Shockey, 1991), pois quando o amido substitui fibra dietética de forragem, a digestão da FDN é muitas vezes reduzida (Beckman e Weiss, 2005; Firkins et al., 2001).

Na revisão de Bargo et al, (2003) que contemplou oito trabalhos sobre o efeito dos grãos processados, na produção e composição de leite de vacas leiteiras sob pastejo de gramíneas de clima temperado (Bargo et al., 1998;. Pieroni et al., 1999;. Reis e Combs, 2000a; Soriano et al., 2000;. Alvarez et al., 2001;. Reis et al., 2001; Wu et al., 2001.; Delahoy et al., 2003), exceto por Wu et al. (2001) nenhum dos estudos relatou aumento na produção de leite, quando os grãos mais intensamente processados foram substituídos por grão seco moído. No trabalho de Wu et al. (2001) a substituição de milho moído seco por milho finamente moído e ensilado na suplementação das vacas aumentou a produção de leite e reduziu o teor de gordura do leite.

Santos et al., (2001) avaliaram o efeito do milho floculado a vapor em substituição ao milho moído grosso, e encontraram tendência de aumento na eficiência alimentar ($P = 0,06$), produção de proteína ($P = 0,11$) e porcentagem de proteína no leite ($P = 0,09$). Entretanto Pires et al., (2008) não encontraram influencia dos tipos de processamento na produção de leite, nos teores de gordura e de proteína do leite.

Garcia et al. (2010) trabalhando com vacas da raça Holandês em pastagem de capim elefante, não encontrou diferença para produção de leite entre as dietas com milho moído, silagem de grão de milho úmido (22,4 e 21,6 kg/dia, respectivamente).

Broderick et al. (2002) não observaram diferenças na produção e na composição do leite, quando a silagem de grão úmido de milho substituiu o milho seco em dietas para vacas confinadas; segundo os autores, a digestão pós ruminal do amido no tratamento com milho seco, compensou a alta digestibilidade ruminal apresentada nas vacas que consumiram milho úmido.

Oba e Allen (2003) não encontraram diferenças na produção nem na composição do leite utilizando milho seco ou silagem de grão úmido de milho em dietas para vacas leiteiras com baixa porcentagem de amido (21% da matéria seca); mas observaram diminuição na produção de leite e de gordura quando a silagem de grão úmido substituiu o milho seco em dietas com alta porcentagem de amido (33%). Estes dados sugerem a existência de interação entre o teor de amido na dieta e a disponibilidade do amido no rúmen.

O percentual de gordura no leite foi de 3,59; 3,46; 3,47; 3,47 para as dietas de MM, ME, MF, MU respectivamente. Estes percentuais parecem estar dentro da normalidade, deixando claro que o fenômeno de síndrome do baixo teor de gordura associada a dietas com baixo teor de fibra e alto teor de amido não ocorreu em nenhuma das dietas experimentais, todavia isso não exclui a possibilidade do ambiente ruminal ter sido mais favorável em uma dieta do que em outra, pois a síndrome do baixo teor de gordura está associada também ingestão de grandes quantidades de gordura insaturada que propicia a biohidrogenação incompletas dos ácidos graxos, com isso, aumenta o risco de inibição de síntese de gordura na glândula mamária, levando a menores percentuais de gordura no leite

(Palmquist, 2006), o que provavelmente não ocorreu nesse estudo devido ao baixo teor de lipídeos na dieta.

Percentuais de gordura semelhantes ao deste estudo foram relatados por alguns autores internacionais, trabalhando com vacas produzindo quantidades de leite semelhantes, em pastejo rotativo de forrageiras temperadas. Nos trabalhos de Reis e Combs (2000); Soriano et al. (2000) e Reis et al. (2001) as vacas produziram em média 32,05; 30,3 e 30,3 kg de leite com 3,34; 3,1 e 3,2% de gordura.

Trabalhos com vaca, leiteiras sob pastejo com esse nível de produção são raros na literatura nacional, entretanto García (2007); Danés, (2010); Chagas (2011) encontraram valores médios de 3,44; 3,47; 3,39 % de gordura no leite de vacas produzindo 21,87; 19,19; 23,76 Kg de leite respectivamente, manejadas em pastejo rotativo de gramíneas tropicais.

O percentual de proteína no leite foi de 3,09; 2,99; 3,09; 3,01 para as dietas de MM, ME, MF, MU respectivamente. Estes teores de proteína no leite são considerados baixos se comparados ao 3,2% universalmente considerado como referência.

Ekinci e Broderick (1997); Vagnoni e Broderick (1997) alimentando vacas com dietas a base de alfafa aumentaram a oferta de amido fermentável no rúmen e observaram reduções nas concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal e aumento da produção de proteína no leite, provavelmente devido ao aumento do crescimento microbiano.

Zhong et al. (2008) aumentando a inclusão de milho floculado a vapor em substituição ao milho moído seco na dietas de vacas confinadas, também observaram o mesmo efeito de aumento no teor de proteína do leite.

No entanto, isto tem sido difícil de conseguir em vacas de alta produção em pastejo, o que se observa é que, quando os animais passam a consumir o pasto como principal fonte de volumoso em substituição aos oferecidos no cocho, ocorre considerável redução na proporção de proteína do leite.

Hongerholt e Muller (1998); Reis e Combs (2000); Soriano et al. (2000); García et al. (2010) observaram teores de proteína semelhantes para vacas de alta produção em pastejo, (34,85; 32,05; 30,28; 21,87 kg de leite/dia e 2,88; 2,96; 2,95; 2,93% de proteína, respectivamente).

Pacheco Jr. (2009) caracterizou a composição químico-bromatológica, assim como as frações de carboidratos e de proteínas em amostras de estrato pastejável de gramíneas tropicais, e concluiu que pastagens de alta qualidade possuem proporção de proteína degradável em relação carboidratos não fibrosos (CNF), muitas vezes maior do que o ideal sugerido por Hoover e Stokes (1991).

Alguns trabalhos sugerem que o carboidrato suplementar deve ter uma taxa e extensão de degradação semelhante no rúmen ao da PB para maximizar a assimilação de nitrogênio (Sinclair et al., 1995).

Entretanto o provável aumento na taxa de fermentação do amido, ocasionado pelos processamentos mais intensos, não teve efeito sobre a produção e teor de proteína do leite. Na revisão de Bargo et al. (2003) dos oito trabalhos revisados apenas dois (Alvarez et al., 2001; Wu et al., 2001) encontraram maior porcentagem de proteína do leite com grãos úmidos de milho do que com milho seco moído. Garcia et al. (2010) também não

encontrou efeito sobre o teor de proteína do leite quando substituiu milho moído seco por silagem de grão úmido na suplementação de vacas em pastagem de capim elefante.

Os diferentes processamentos do milho não afetaram os valores de NUL, sendo observados valores de 13,54; 12,74; 12,46; 13,31 mg/dl para MM, ME, MF, MU respectivamente, estes dados sugerem que a maior disponibilidade de amido no rúmen não teve efeito na utilização do nitrogênio no rúmen para vacas em pastejo.

O excesso de amônia produzido no rúmen é absorvido e transportado no sangue até o fígado, onde é transformado em uréia. Parte da uréia circulante no sangue volta ao rúmen via saliva. As concentrações de uréia no sangue estão altamente relacionadas com as concentrações de NUL (Bucholtz et al., 2007).

Um alto conteúdo de NUL pode representar pouca energia dentro do rúmen que limitaria o uso do nitrogênio produzido na degradação ruminal e ocasionaria aumento na absorção de amônia (Sutton et al., 1987).

A concentração média de NUL pode ser utilizada para ajudar a determinar o teor de proteína ótimo da dieta e saber a eficácia com que está sendo utilizado o nitrogênio oriundo dessa proteína (Broderick et al., 1990). Segundo Grant et al. (2007), o valor médio de NUL em um rebanho leiteiro deve estar entre 12-16mg/dL. Apesar de não ter havido diferença entre os processamentos do milho, os valores de NUL sugerem que as dietas proporcionaram reduzidas perdas de N no rúmen aumentando a eficiência de utilização deste pelos animais.

Garcia et al. (2010) em estudo com vacas holandesas em pasto de capim elefante, observaram menor valor de NUL para vacas suplementadas com silagem de grão úmido ao invés de milho moído seco (15,32 e 16,28mg/dl respectivamente). Já Soriano et al. (2000) não observaram diferença no NUL de vacas em pastejo de forrageiras temperadas, suplementadas com 6kg de silagem de grão úmido, 6kg milho seco finamente moído, 6kg milho seco grosseiramente moído ou 4kg de silagem de grão úmido (13,7; 15,0; 14,3; 15,8 de NUL mg/dl respectivamente).

A eficiência alimentar referente à produção de leite pelo consumo de matéria seca foi menor na dieta de MF 1,56 ($P < 0,01$) em comparação com as dietas MM, ME e MU que apresentaram eficiência de 1,65; 1,71; 1,65, respectivamente. Isso ocorreu provavelmente devido ao aumento do consumo de MS que não se traduziu em maior produção de leite para a dieta de MF. Os valores de eficiência alimentar observados para as dietas deste trabalho podem ser considerados altos, uma vez que está acima da eficiência alimentar observada por outros autores que trabalharam com gramíneas temperadas e no mesmo patamar de autores que trabalharam com vacas confinadas.

Reis e Combs (2000) e Reis et al. (2001) alimentando vacas com forrageiras temperadas não encontraram diferença na eficiência alimentar quando substituíram, milho moído seco (1,46) por milho laminado a vapor (1,44) ou silagem de grão úmido(1,54) respectivamente.

Já Santos et al. (2001) trabalhando com vacas alimentadas com silagem de milho observou uma tendência no aumento da eficiência alimentar quando substituíram milho grosseiramente moído (1,02) por milho finamente moído(1,11) na dieta.

Broderick et al. (2002) não observaram diferenças na eficiência alimentar quando a silagem de grão úmido de milho (1,73 substituiu o milho seco moído (1,63) em dietas para vacas confinadas alimentadas com silagem de forrageiras temperadas.

4.4. Derivados de purina na urina e balanço de nitrogênio

Hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína, coletivamente referidos como derivados de purina (DP), são produtos do catabolismo das purinas excretadas na urina de ruminantes, sendo a alantoína o maior componente. 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 nucléicos (Chen e Gomes, 1992).

O método de excreção de derivados de purina assume que o fluxo duodenal de ácidos nucléicos é essencialmente de origem microbiana e, após digestão intestinal dos nucleotídeos de purinas, as bases adenina e guanina são catabolizadas e excretadas proporcionalmente na urina como derivado de purina, principalmente alantoína, e também como xantina, hipoxantina e ácido úrico (Perez et al., 1996). Segundo Chen e Gomes (1992), na urina de bovinos, apenas alantoína e ácido úrico estão presentes, devido à grande atividade de xantina oxidase no sangue e nos tecidos, que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico antes da excreção.

Os diferentes processamentos do milho não influenciaram na relação entre os derivados de purina e creatinina na urina como pode ser observado na tabela 12. Sugerindo que não houve diferença na síntese relativa de proteína microbiana. Estes resultados sugerem que as prováveis maiores disponibilidades de amido no rúmen promovidas pelos processamentos mais intensos não refletiram em uma maior síntese de proteína microbiana, possivelmente devido a um ambiente ruminal adverso.

Tabela 12. Relação entre os derivados de purina e creatinina na urina de vacas leiteiras em pastejo de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	MU		
Ala./Creat.	1,77	1,56	1,70	1,44	0,091	0,60
Pur./Creat.	2,87	2,48	2,75	2,36	0,179	0,32

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0.05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado, Ala./Creat. = Concentração de alantoína dividido pela concentração de creatinina, Pur./Creat. = Concentração de purinas totais dividido pela concentração de creatinina.

Valadares et al, (1999) alimentaram vacas lactantes com dietas a base de silagem de alfafa além de uma mistura de concentrado à base de silagem de grão úmido de milho, as dietas variaram de 20 a 65% concentrado e de 24 a 43% CNF. Houve efeitos quadráticos da dieta na excreção urinária total de alantoína, ácido úrico e derivados de

purinas (alantoína e ácido úrico). A síntese ruminal de proteína microbiana máxima estimada por derivados de purinas ocorreu quando a dieta tinha 35% NFC. Sugerindo que até 35% de CNF o aumento na quantidade de amido disponível no rúmen foi benéfico para a síntese de proteína microbiana após este ponto o aumento de amido no rúmen deprimiu a síntese de proteína microbiana.

Pires et al. (2008), observaram tendência ($P < 0,10$) para o milho moído fino, floculado a 310 e o floculado a 360 g/L em aumentarem o fluxo de nitrogênio microbiano para o duodeno quando comparado ao milho moído grosso.

Reis et al. (2001) observaram tendência ($P = 0,07$) de aumento na relação entre creatinina/alantoina de vacas alimentadas à base de forragens temperadas quando, a silagem de grão de milho moído, substituiu o grão de milho moído na suplementação concentrada.

Oba e Allen (2003) avaliaram o efeito da fermentabilidade da dieta sobre a eficiência de síntese de proteína microbiana. As dietas experimentais, foram formuladas ou com silagem de grão úmido ou milho seco moído, em duas concentrações de amido na dieta (32 e 21%). O fluxo de N microbiano foi maior para as dietas de alto amido em comparação com dietas de baixo amido, mas não foi afetada pelo processamento do grão de milho. A eficiência microbiana foi menor para a silagem de grão úmido em comparação com o milho seco moído (39,7 e 48,4 g de N microbiano / kg de MO degradada), mas não foi afetada pela concentração de amido. A eficiência microbiana foi negativamente correlacionada com a taxa de digestão do amido ($r = -0,55$).

A explicação de Oba e Allen (2003) para a ausência de resultados positivos para o aumento na taxa de degradação do amido, e que pode explicar os resultados do presente trabalho é que, se a disponibilidade de carboidrato não está limitando o crescimento microbiano, o abastecimento de mais carboidrato no rúmen, frequentemente diminui a eficiência de crescimento. As principais bactérias ruminais parecem não regular o transporte de glicose para o interior de suas células (Wells e Russell, 1996) e pode-se prever a bactéria continuamente retirando substrato do meio, sem necessidade, evitando com que as “competidoras” o utilizem. Como esses açúcares (da degradação do amido) entram na glicólise, geram ATP em excesso, os quais são eliminados através de ciclos fúteis havendo perda de energia.

Alguns autores (Soriano et al., 2000; Pacheco Jr., 2009; Chaga, 2011; Reis et al., 2010) relataram que gramíneas tropicais manejadas intensivamente possuem altos teores de PB e PDR, e que a suplementação com carboidratos de rápida degradação poderia aumentar a utilização de nitrogênio por vacas leiteiras, todavia como pode ser observado na tabela 13 os diferentes tipos de processamento do milho não alteraram a eficiência de utilização do nitrogênio neste trabalho.

O volume urinário de ruminantes é dependente do consumo de nitrogênio, que aumenta o consumo de água e conseqüentemente o volume de urina (Church, 1979). Os dados de consumo de nitrogênio em relação ao volume urinário parecem estar de acordo com Olmos-Colmenero e Broderick (2006) que encontraram aumento linear no volume urinário (17,3; 15,4; 17,9; 19,4 e 21,7 L/dia) com aumento no consumo diário de N (483, 531, 605, 641 e 711g/dia, respectivamente).

Tabela 13. Volume urinário e balanço de nitrogênio de vacas leiteiras em pastejo de de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	MU		
L/d						
Volume Urinário	15,49	15,47	16,30	15,82	0,45	0,89
g/d						
N urina	120,79	118,66	128,93	123,88	3,74	0,80
NNP leite	8,77	8,51	8,08	8,51	0,24	0,78
N fecal	132,46	129,38	136,10	127,88	1,43	0,18
N consumido	490,83ab	486,67b	519,17a	484,17b	3,91	<0,01
N retido	60,10	63,62	69,58	63,88	2,18	0,94
N leite	157,92	157,39	157,13	151,78	5,18	0,74
% Consumido						
N leite	32,25	32,33	30,25	31,50	0,31	0,08
N fecal	27,00	26,41	26,08	26,50	0,32	0,59
N urina	24,66	24,33	24,75	25,91	0,88	0,91

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0.05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

A proporção média do N consumido excretado nas fezes foi de 26,5 sendo semelhante ao valor médio de 27,6 obtido pelos trabalhos de Bargo et al.(2002), Mulligan et al. (2004) e Yan et al. (2006).

Tamminga (1992) relata que vacas se alimentando de pastagens temperadas com altas concentrações de PB, a aproporção de N ingerido excretado na urina seria cerca de 50,3%, a perda fecal cerca de 28,6% e o N incorporado no leite cerca de 18,9%, bem distintos dos valores observados neste trabalho o que evidencia que a estratégia de suplementação foi eficaz no sentido de aumentar a eficiência de utilização do N .

A eficiência de utilização do N média do trabalho foi de 31,6%, e não diferiu para os diferentes processamentos do milho sendo que os valores variaram entre 30,25 e 32,33%. Pires et al. (2008) observaram uma tendência de aumento na eficiência de utilização de N quando substituiu milho moído por milho floculado a vapor.

Castillo et al. (2001) avaliaram quatro tipos de concentrado para vacas da raça Holandês consumindo 9,1 kg de MS de silagem de pré- secado de azevém e 7 kg de MS de concentrado por dia. Os concentrados avaliados foram: alto teor de fibra oriunda de farelo de trigo, alto teor de amido de degradação lenta oriundo de milho moído, alto teor de amido de degradação rápida oriundo de grãos de cevada e trigo e alto teor de açúcares solúveis oriundos de melaço e polpa cítrica. Todos os concentrados continham 16% de PB na MS. A inclusão de amido de alta degradação aumentou a perda de N na urina em 36g comparado aos outros concentrados. Não houve diferença na incorporação do N ingerido no leite, em média 27,7%.

Broderick (2003), nos EUA com vacas da raça Holandês produzindo acima de 40 kg/dia de leite com teor proteico da dieta de 16,7%, encontrou valor para eficiência de utilização do N de 27,0%. Huhtanen & Hristov (2009), em uma meta-análise recente sobre essa relação, encontraram valores de eficiência do uso do N, de 24,7% para os dados americanos com 31,4 kg de leite/dia e teor proteico na dieta de 17,8% na MS e 27,7% para os dados europeus com 25,4 kg de leite/dia e teor proteico da dieta de 16,5%.

No presente trabalho a eficiência de utilização do N foi acima dos dados apresentados por Broderick (2003) e Huhtanen & Hristov (2009). Sugerindo que as vacas em pastejo intensivo de gramíneas tropicais suplementadas para produções diárias de 32 kg de leite foram tão eficientes na utilização do N quanto vacas da raça Holandês confinadas e alimentadas com silagem de milho. Chase (2003) avaliou a eficiência de utilização do N para produção de leite em 334 tratamentos oriundos de 62 experimentos. A eficiência média foi de 27%, variando de 16,2 a 45,2%. Valores superiores a 35% foram associados a dietas com baixo teor proteico, capazes de induzir queda na produção de leite. Os dados de eficiência de utilização de N próximos a 35% sugeridos por Chase (2003) como limitantes corroboram com a teoria de sobra de energia e utilização de ciclos fúteis pela microbiota ruminal.

4.5. Parâmetros sanguíneos

As concentrações de glicose plasmática foram de 53,9; 53,9; 54,27; 53,65 mg/dl para MM, ME, MF e MU, respectivamente, o que está de acordo com os valores de referência relatados por Rebhun & Chuck (2000) para vacas lactantes, entre 45,00 a 75,00mg/dL.

Os dados médios de glicose plasmática na Tabela 14 mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, o que está de acordo com a literatura, onde Lykos et al. (1997) trabalhando com diferentes teores de amido degradável no rúmen, também não observaram diferenças entre os tratamentos. A manutenção da concentração de glicose plasmática se relaciona à relativa estabilidade nas concentrações de glicose em ruminantes.

Tabela 14. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras em pastejo de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	MU		
Nitrogênio ureico mg/dL	18,6	17,6	18,1	18,7	0,20	0,15
Glicose mg/dL	53,9	53,9	54,3	53,6	0,43	0,90

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0,05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

Santos et al. (2001) não observaram efeito na concentração de glicose plasmática quando alimentaram vacas com milho moído ou milho floculado. Pires et al. (2008)

alimentaram as vacas com milho moído grosso, milho moído fino, floculado a 310 ou a 360 g/L e também não encontraram diferença.

Grande parte da proteína que chega ao rúmen é transformada em amônia, para que possa ser utilizada pela microbiota ruminal. Quando há excesso de proteína ou falta de energia no rúmen para a utilização desta amônia, ela é absorvida pela parede ruminal e levada ao fígado pela corrente sanguínea onde é transformada em uréia. A uréia também circula no organismo via sangue. Parte é "reciclada" para o rúmen e parte é eliminada pela urina. A concentração de nitrogênio ureico no plasma em ruminantes está diretamente relacionada com o consumo e eficiência de utilização da proteína da dieta, amônia ruminal e NUL (Hammond,1997), estudos propõem que valores ideais devam se situar entre 10 e 17 mg/dl, e concentrações de nitrogênio ureico no plasma superiores a 18,7 mg/dl, são tidos como limites máximos antes que efeitos deletérios significativos sejam observados na reprodução de vacas leiteiras. (Butler et al., 1996)

A despeito da alta eficiência de utilização de N, e baixos valores de NUL, os valores observados neste trabalho para ureia plasmática podem ser considerados altos variando de 17,6 a 18,7 mg/dl.

Os dados na Tabela 14 mostram que não houve diferença na concentração de ureia plasmática entre os tratamentos. Aldrich et al. (1993) também não encontraram diferenças entre os valores médios de ureia plasmática, com a inclusão de fonte de amido prontamente disponível no rúmen em relação a uma fonte de baixa disponibilidade ruminal.

Santos et al. (2001) também não observaram efeito na concentração de ureia plasmática quando alimentaram vacas com milho moído ou milho floculado. Assim como Pires et al. (2008) que alimentaram as vacas com milho moído grosso, milho moído fino, floculado a 310 e a floculado a 360 g/L.

4.6. Parâmetros da fermentação ruminal

Os valores médios de pH e as concentrações médias relativas de acetato, propionato, butirato e N-amoniaco e a relação acetato/propionato do conteúdo ruminal, podem ser observados na Tabela 15.

Os diferentes processamentos do milho não afetaram o pH ruminal médio das vacas, isso pode ter ocorrido devido a grande oscilação do pH durante o dia, apresentando valores altos em alguns períodos do dia e baixos em outros. Sendo a média um parâmetro que não pode explicar o comportamento do pH ruminal, principalmente para vacas em pastejo, que recebem a alimentação concentrada separadamente da volumosa.

O efeito da diminuição do pH ruminal devido à utilização de uma fonte de amido mais degradável no rúmen, tem sido reportado por vários autores (Van Soest, 1987; Aldrich et al., 1993; Nussio, 1997). Ying et al (1998); Knowlton et al. (1998); Broderick et al (2002); e Oba et al. (2003), também observaram menor valor médio de pH, quando a silagem de grão úmido de milho substituiu ao milho seco moído e quebrado em vacas confinadas. Da mesma forma García (2007) avaliando o processamento do milho na suplementação de vacas em pastejo de capim elefante, observou um pH médio do rúmen inferior quando a fonte foi silagem de grão úmido de milho, em comparação ao grão de

milho seco. Porém, a inexistência de diferença entre os valores médios de pH ruminal, para os tratamentos, concordam com trabalhos de Joy et al. (1997); Plascencia e Zinn (1996) e Santos et al.(2001).

Tabela 15. Parâmetros da fermentação ruminal de vacas leiteiras em pastejo de de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	UM		
pH	6,03	6,03	6,10	6,05	0,02	0,88
N- amoniacal mg/dL	13,82	13,09	12,03	14,15	0,37	0,24
Acetato %	60,08	59,50	59,41	60,43	3,20	0,34
Propionato %	23,06	24,43	24,33	23,24	1,34	0,74
Butirato %	16,85	16,07	16,25	16,32	0,98	0,21
ACT/PROP	2,66	2,50	2,54	2,72	0,03	0,11

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0.05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, ACT/PROP = relação acetato propionato, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

Não houve diferença na proporção de ácidos graxos voláteis nem na relação acetato/propionato no líquido ruminal das vacas suplementadas com milho processado de diferentes formas. Assim como nos trabalhos de Soriano et al. (2000) e Reis et al. (2001), trabalhando com vacas pastejando gramíneas de clima temperado e Knowlton et al. (1998) e Oba et al. (2003) trabalhando com vacas confinadas. Entretanto Santos et al, (2001) observaram redução na proporção de acetato/propionato, com o uso de milho floculado em substituição ao milho moído. Efeito similar foi observado por Joy et al. (1997). Broderick et al. (2002) também observaram maiores concentrações de propionato e menor relação de acetato/propionato, quando a silagem de grãos úmidos de milho substituiu o milho seco na dieta de vacas confinadas.

A concentração de amônia no líquido ruminal é consequência do equilíbrio entre sua produção, utilização pelos microrganismos e absorção pela parede ruminal, sendo que a utilização pelos microrganismos depende da quantidade de energia disponível (Ribeiro et al., 2001). Os valores de N-amoniaco observados neste estudo estão abaixo do limite inferior do intervalo sugerido por Leng e Nolan (1984) onde a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana estaria entre 15 a 20 mg N- amoniaco/dL de fluido ruminal, entretanto Collins e Pritchard (1992) verificaram que concentrações de 5 a 8 mg de N- amoniaco/ dL no líquido ruminal são suficientes para suportar a taxa máxima de crescimento das bactérias ruminais.

Não houve diferença nas concentrações, de N-amoniaco no líquido ruminal, para vacas suplementadas com milho diferindo no processamento, o que sugere que os diferentes processamentos do milho não influenciaram na assimilação de N pelos microrganismos ruminais. Santos et al. (2001) e Pires et al. (2008) observaram valores médios de N- amoniaco 35% menores para os tratamentos contendo milho floculado,

quando comparados àqueles com milho moído. Entretanto Soriano et al. (2000) e Reis et al. (2001), em vacas em pasto de gramíneas temperadas, não observaram menores concentrações ruminais médias de N-amoniaco nas vacas que receberam milho processado de diferentes formas (silagem de grão úmido e floculado) que nas vacas que receberam milho seco moído.

O comportamento do pH ruminal para os diferentes processamentos do milho estão apresentados na tabela 16 e Figura 1, onde pode se observar que os valores de pH, exceto do tratamento MF estiveram abaixo de 6,0 por longos períodos do dia, e em alguns momentos abaixo de 5,8. Para a dieta de MU o pH ruminal chega a ficar 6h abaixo de 5,8. A acidificação do ambiente ruminal, demonstrada pelo abaixamento do pH ocorre principalmente, em virtude de elevadas taxas de degradação da matéria seca (Orskov, 1986). Os menores valores de pH observados nos tempos 4, 6 e 12 para o tratamento de MU sugerem uma maior fermentação ruminal para este tratamento, embora possa significar também que o ambiente ruminal não estava propício para a máxima digestão da fibra e crescimento microbiano.

Tabela 16. pH do líquido ruminal de vacas leiteiras em pastejo de de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas

Tempo ¹	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	MU		
0*	6,48	6,30	6,43	6,50	0,32	0,18
2	5,95ab	5,80b	6,15a	6,07a	0,32	0,02
4	6,02ab	6,02ab	6,27a	5,97b	0,35	0,09
6*	5,67ab	5,82ab	5,87a	5,57b	0,34	0,02
8	5,80	5,87	5,95	5,87	0,44	0,79
10	5,80	5,87	6,00	5,77	0,41	0,35
12*	5,95	5,97	6,27	5,72	0,48	0,08
14	5,97	5,95	6,00	5,92	0,50	0,94
16	5,95	6,12	6,02	6,05	0,42	0,55
18	6,15	6,05	6,15	6,22	0,48	0,84
20	6,22	6,22	6,02	6,42	0,48	0,10
22	6,40	6,40	6,10	6,47	0,51	0,26

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0.05$, Tempo = horas após a primeira alimentação concentrada do dia, * suplementação concentrada, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

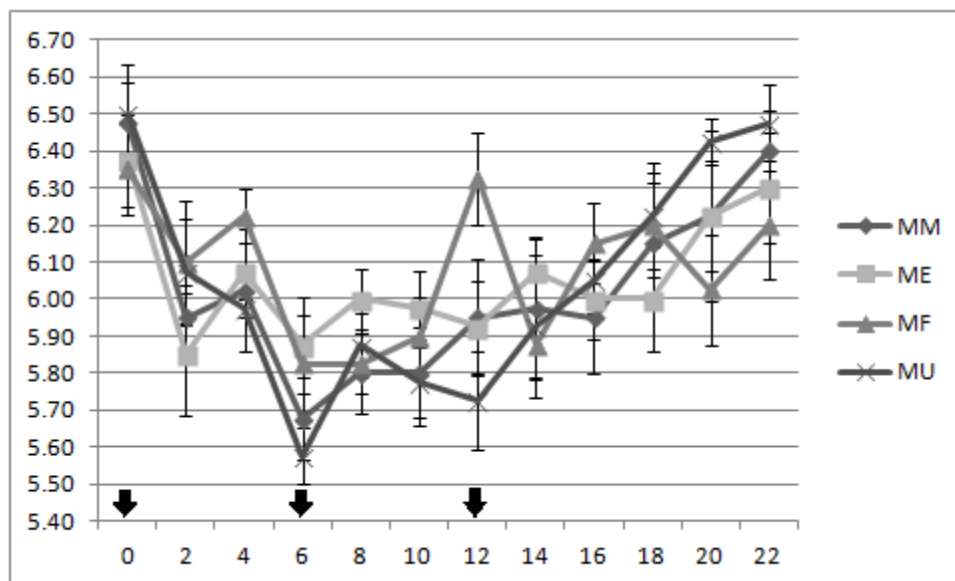


Figura 1. pH ruminal em função da hora após a primeira alimentação concentrada de vacas leiteiras em pastejo intensivo suplementadas com milho processado de diferentes formas.

↓ Suplementação concentrada, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

Segundo Kolver e de Veth (2002) somente o baixo valor de pH médio, não necessariamente provocaria efeito negativo nos parâmetros de degradação da fibra e crescimento microbiano no rúmen, assim mais importante que o pH ruminal médio, é o tempo que o pH fica abaixo de 5,8. Já Shriver et al. (1986) observaram que em pH de 5,8, a quantidade de microrganismos associados a partículas de fibra é reduzida 43%, quando comparada com pH entre 6,2 a 7,0, e observa-se um decréscimo de 15% no total de microrganismos.

Soriano et al. (2000) e Reis et al. (2001) não observaram mudanças no pH quando suplementaram vacas pastejando gramíneas temperadas com milho processado de diferentes formas. Os menores valores de pH relatados nos experimentos citados foram observados oito e três horas após a suplementação concentrada, respectivamente. As quantidades de concentrado oferecido aos animais foram altas: 6 kg (Soriano et al., 2000) e 10 kg (Reis et al., 2001) de MS/dia.

O comportamento do N-amoniaco para os diferentes processamentos do milho estão apresentados na Tabela 17 e Figura 2. O N-amoniaco teve maior oscilação no período diurno, provavelmente devido à menor presença dos animais dentro do piquete reduzindo a ingestão de forragem neste período e devido às suplementações concentradas ocorrer todas no período diurno. O que se pode observar é um aumento no N-amoniaco após cada alimentação concentrada. No período noturno, após a última alimentação concentrada, os valores de N-amoniaco tenderam a se estabilizar, provavelmente devido a maior presença dos animais nos piquetes aumentando o consumo de forragem e a regularidade na ingestão neste período. Comportamento similar foi observado por Soriano et al. (2000).

Tabela 17. N-amoniaco (mg/dL) do líquido ruminal de vacas leiteiras em pastejo de de *Panicum maximum* cv. Mombaça suplementadas com milho processado de diferentes formas

Tempo ¹	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	MU		
0*	10,07	13,87	8,91	13,87	1,48	0,37
2	15,35	10,23	11,88	15,19	1,26	0,18
4	18,16	18,82	15,02	20,80	1,05	0,32
6*	13,04ab	12,55ab	8,58b	13,87a	1,03	0,03
8	15,35	14,36	10,73	14,86	1,39	0,70
10	7,59	10,07	6,93	8,41	0,41	0,35
12*	11,22	10,73	9,91	11,06	0,48	0,08
14	13,20	12,54	11,88	14,86	1,49	0,72
16	15,85	11,72	13,04	14,20	1,29	0,42
18	17,17	14,36	16,18	16,67	0,48	0,84
20	14,20	14,86	16,01	12,71	1,60	0,75
22	14,69	13,04	15,35	14,03	1,09	0,55

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0,05$, Tempo = horas após a primeira alimentação concentrada do dia, * suplementação concentrada, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

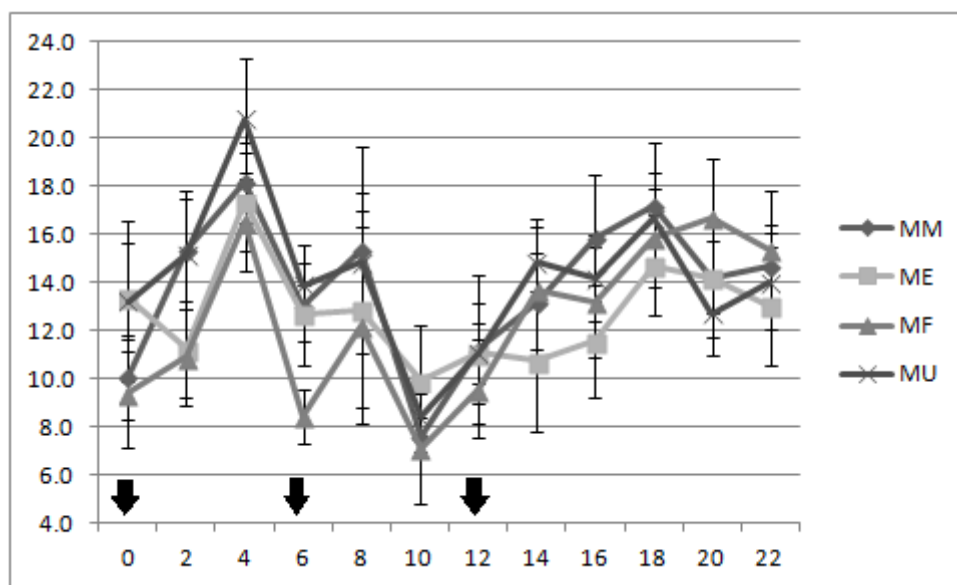


Figura 2. N-amoniaco (mg/dL) no líquido ruminal em função da hora após a primeira alimentação concentrada de vacas leiteiras em pastejo intensivo suplementadas com milho processado de diferentes formas. ↓ Suplementação concentrada, MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

Foi observada uma maior concentração de N-amoniaco para a dieta de UM quando comparada a dieta de MF no tempo 6, esta maior concentração tendeu a se manter principalmente após as alimentações concentradas, isso pode ser explicado pela de quebra e solubilização da proteína do milho no processo de ensilagem, tornando parte da PNDR da dieta em PDR.

4.7. Degradabilidade *in situ*

Os parâmetros de degradação *in situ* da forragem e dos milhos processados estão apresentados nas Tabelas 18, 19 e 20, respectivamente. Apesar do ensaio de digestibilidade onde a digestibilidade aparente da MS e FDN foram influenciadas negativamente pelos processamentos mais intensos do milho, a degradabilidade *in situ* parece não ter seguido o mesmo padrão. Isso pode ter ocorrido porque às vacas do ensaio de degradabilidade *in situ* consumiram menor quantidade de concentrado devido sua menor produção de leite.

Tabela 18. Parâmetros de degradação ruminal *in situ* da matéria seca e matéria orgânica do estrato pastejável de pastagem de *Panicum maximum* cv Mombaça.

	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	UM		
Matéria seca						
Fração A, %	26,00	28,26	26,64	27,01	0,82	0,74
Fração B, %	61,97	60,05	65,50	61,57	0,85	0,74
c, h-1	0,03	0,03	0,03	0,04	1,30	0,27
R2	0,99	0,98	0,99	0,98		
DE5,%	35,65	32,69	32,52	39,35	0,97	0,31
DE8,%	26,37	23,82	23,57	29,67	1,05	0,29
Matéria orgânica						
Fração A, %	21,49	23,78	22,26	22,91	0,98	0,82
Fração B, %	66,02	63,97	69,50	65,32	0,87	0,80
c, h-1	0,03	0,03	0,03	0,04	1,29	0,27
R2	0,99	0,98	0,99	0,98		
DE5,%	35,47	32,56	32,36	38,95	0,95	0,31
DE8,%	26,24	23,73	23,43	29,34	1,03	0,30

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0.05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, A: Fração solúvel; B: Fração potencialmente degradável por ação da microbiota; c, h-1 : taxa constante de degradação; DE: Degradabilidade efetiva calculadas considerando taxas de passagem de 5 (DE5) e 8 (DE8) %/h. MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

A taxa de degradação foi em média de 3,25%, e a degradabilidade efetiva ($k_p = 5\%$) de 35,05 e 34,24% para MS e FDN, respectivamente. García (2007) encontrou uma média de degradabilidade efetiva da MS para uma taxa de passagem de 5% de 58,3%,

similar à observada por Lopes et al. (2003) de 52,7% em pastagem manejadas intensivamente. Pacheco Jr. (2009) estudou a degradabilidade *in situ* de capim *Panicum maximum* cv. Colômbio e observou taxas de degradação da ordem de 3,6 e 4,6%/h para MS e FDN respectivamente, fração solúvel da MS de 19,8% e potencialmente degradáveis de 74 e 66,23% para MS e FND respectivamente. Danés (2010) estudou a degradabilidade *in situ* de capim elefante e observou taxas de degradação da ordem de 4,37 e 5,23%/h para MS e FDN respectivamente, fração solúvel da MS de 27,67%, e degradabilidade efetiva de 54,39 e 32,55% para MS e FDN em um kp de 5%.

Lopes et al. (2011) estudaram a digestibilidade da fibra das principais gramíneas tropicais produzidas sob pajeiro rotacionado. A digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) para os tempos de 24, 30 e 48 h foram de 36 ± 13 , 45 ± 13 e $61 \pm 13\%$ respectivamente, e a comparação entre as médias da DIVFDN de gramíneas tropicais e uma silagem de alfafa padrão indicaram maior digestibilidade da fibra para gramíneas tropicais, que apresentaram 12,2, 12,9 e 19,9 unidades de digestibilidade da fibra acima da silagem de alfafa para 24, 30 e 48h de fermentação, respectivamente.

Tabela 19. Parâmetros da degradação ruminal *in situ* da FDN e FDA do estrato pastejável de pastagem de *Panicum maximum* cv Mombaça

	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	UM		
	FDN					
Fração A, %	2,33	3,52	3,76	2,02	3,47	0,96
Fração B, %	84,01	81,84	89,04	83,85	0,89	0,80
c, h-1	0,03	0,03	0,03	0,04	1,21	0,15
R2	0,99	0,99	0,99	0,98		
DE5,%	34,61	32,46	31,66	38,25	0,91	0,27
DE8,%	25,57	23,77	22,79	28,83	0,98	0,23
	FDA					
Fração A, %	-2,45	2,99	1,34	1,49	6,91	0,68
Fração B, %	86,42	82,53	90,56	85,06	0,96	0,83
c, h-1	0,04	0,03	0,03	0,04	1,43	0,36
R2	0,99	0,99	0,99	0,98		
DE5,%	35,22	32,44	30,81	38,09	1,03	0,58
DE8,%	26,21	23,91	22,14	28,72	1,12	0,50

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0,05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, A: Fração solúvel; B1: Fração potencialmente degradável por ação da microbiota; c, h-1 : taxa constante de degradação; DE: Degradabilidade efetiva calculadas considerando taxas de passagem de 5 (DE5) e 8 (DE8) %/h. MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

Foi observada uma maior fração solúvel para os ME e MU quando comparado ao MM, e uma maior fração potencialmente degradável por ação da microbiota para o MM e relação ao ME e MF. Não foi observada diferença entre os processamentos do milho para taxa de degradação e degradabilidade efetiva.

Pereira (2012) estudou a degradabilidade *in vitro* da MS do milho moído fino, milho moído grosso, silagem de milho re-hidratado moído fino e silagem de milho re-hidratado moído grosso, e observou aumento na degradabilidade efetiva quando o milho foi ensilado, e moído mais fino (44,99; 40,08; 68,42; 60,49% para 5% kp, respectivamente). Já Passini (2002) estudou a degradabilidade *in situ* da MS de milho moído e silagem de grão úmido de milho, e observou frações solúveis de 19,88 e 50,80%, taxas de degradação de 7,8 e 13,3% e degradabilidades efetivas (kp = 5%) de 66,37 e 81,72%, respectivamente.

Tabela 20. Parâmetros de degradação ruminal *in situ* da matéria seca e matéria orgânica dos milhos processados

	Tratamentos				EPM	Valor de P
	MM	ME	MF	UM		
Matéria seca						
Fração A, %	21,85b	30,97a	24,41ab	30,70a	0,89	0,02
Fração B, %	79,49a	60,26b	64,36b	66,36ab	0,74	0,02
c, h-1	0,09	0,13	0,18	0,24	1,95	0,22
R2	0,99	0,98	0,98	0,98		
DE5,%	63,60	66,24	69,08	77,20	0,79	0,11
DE8,%	52,13	56,90	61,03	69,10	0,92	0,09
Matéria orgânica						
Fração A, %	21,07b	30,44a	23,57ab	30,24a	0,91	0,02
Fração B, %	80,43a	60,92b	65,19b	66,82ab	0,74	0,02
c, h-1	0,09	0,13	0,18	0,25	1,95	0,23
R2	0,99	0,98	0,98	0,98		
DE5,%	63,62	66,14	69,11	77,27	0,78	0,12
DE8,%	52,13	56,76	61,07	69,19	0,91	0,10

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey $p < 0.05$, EPM = erro padrão da média, P = probabilidade, A: Fração solúvel; B1: Fração potencialmente degradável por ação da microbiota; c, h-1 : taxa constante de degradação; DE: Degradabilidade efetiva calculadas considerando taxas de passagem de 5 (DE5) e 8 (DE8) %/h. MM = Milho seco moído, ME = Milho Expandido, MF = Milho floculado a vapor, MU = Milho re-hidratado e ensilado.

5. Conclusões

- Os milhos processados mais intensamente, não melhoraram a assimilação de nitrogênio no rúmen, a síntese de proteína microbiana, a produção e a composição do leite para vacas em pastejo de *Panicum maximum* cv Mombaça com altas quantidades de suplementação concentrada.

- Apesar das médias de pH ruminal não terem sido diferentes, o longo tempo com pH abaixo de 5,8 e a menor digestibilidade da MS e da FDN para a dieta de MU, são fortes indícios de ambiente ruminal desfavorável para a dieta de MU.

- Produções elevadas de leite com qualidade e eficiência alimentar podem ser obtidas com vacas da raça Holandês-Gir ½ sangue em pastejando, de *Panicum maximum* cv Mombaça manejado intensivamente, e suplementadas com concentrado.

6. Referências

AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. Calagem e adubação da pastagem. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 5, 2005, Lavras, MG. Anais... Lavras: Editora UFLA, 2005. 349p.

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

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dai. Sci.*, v.83, p. 1598-1624, 2000.

ALVAREZ, H. J.; SANTINI, F. J.; REARTE, D. H.; ELIZALDE, J. C.; Milk production and ruminal digestion in lactating dairy cows grazing temperate pastures and supplemented with dry cracked corn or high moisture corn. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.91 p.183–195. 2001

ALVIM, M. J., FERREIRA, D. X., SILVA, V. S. et al. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalo de cortes. *Pesq. Agrop. Bra.* v. 34, n.12, p. 2345-2352, 1999.

ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. The nutrient requirements of ruminant livestock. suppl. 1. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1984. 45p.

AROEIRA, L.J.M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras, Anais... Lavras: UFLA – FAEP, 1997. p. 127-163.

AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DERESZ, F. et al. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.). *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.78, p.313-324, 1999.

AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DERESZ, F. et al. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.). *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.78, p.313-324, 1999.

ASP, N. G.; VAN AMELSVOORT, J.M.M.; HAUTVAST, J.G.A.J. Nutrition implications of resistant starch. *Nut. Res. Rev.*, 9:1, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC Official methods of analysis. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 15 ed. Arlington; 1990. v.1, 1117p.

BALSALOBRE, M. A. A. Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado. 2002.113p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.

BARGO, F.; MULLER, L. D.; KOLVERT, E. S. et al. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dai. Sci.*, v. 86, p.1-42. 2003

BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E.; CASSIDY, T.W. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dai. Sci.*, v.85, p.1777-1792, 2002.

BARGO, F.; PIERONI, G. A.; REARTE, D.H. Milk production and ruminal fermentation of grazing dairy cows supplemented with dry-ground corn or steam-flaked corn. *J. Dairy Sci.* v.81 p.250. 1998.

BARON, V.S.; STEVENSON, K.R.; BUCHANAN-SMITH. J.G. Proteolysis and fermentation of corn-grain ensiled at several moisture levels and under several simulated storage methods. *J. Anim. Sci.* v.66, p.451-461, 1986.

BECKMAN, J.L.; WEISS, W.P. Nutrient digestibility of diets with different fiber to starch ratios when fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.88 p.1015-1023, 2005.

BERZAGHI, P.; HERBEIN J. H.; POLAN C. E. Intake, site, and extent of nutrient digestion of lactating cows grazing pasture. *J. Dai. Sci.*, v.79, p.1581–1589, 1996.

BOND, D.R.; RUSSELL, J.B. A role for fructose 1,6-diphosphate in the ATPase-mediated energy-spilling reaction of *Streptococcus bovis*. *Appl. Environ. Microbiol.* v.62 p.2095-2099, 1996.

BORGES, F.M.O. Processamento de alimentos (expandidos e extrusados vs farelados e peletizados). Vale Verde Comercio e Industria Limitada: Belo Horizonte, MG, p.39, 2000.

BRODERICK G. A., RICKER D. B., DRIVER L. S. Expeller soybean meal and corn by-products versus solvent soybean meal for lactating dairy fed alfalfa as sole forage. *J. Dai. Sci.*, v. 73, p.453, 1990.

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

BRODERICK, G.A. Effects of Varying Dietary Protein and Energy Levels on the Production of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, v.86, p. 1370-1381, 2003.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. *Am. Soc. of Plant Physiol.*, Rockville, MD. 2000.

BUENO, A. A. O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regime de desfolhação intermitente. 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAN, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, v.74, n.4, p.858-865, 1996.

CABRAL, L.S. da; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M.; et al., Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.6, p. 2087-2098, 2000.

CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. M. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 5., p. 1459-1465, 2005.

CARARETO, R. Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça nelore terminados em confinamento. 2011. 104p. Tese (Doutorado Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CARARETO, R. Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis entre desfolhas. 2007. 113p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CARNEVALLI, R. A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 136 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

CASTILLO, A.R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D.E.; BARBI, J.H.; SUTTON, J.D.; KIRBY, H.C.; FRANCE, J. The effect of energy supplementation on utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.79, n.1, p.240-246, 2001.

CHAGAS, L. J. Teor de proteína no concentrado de vacas no terço inicial da lactação mantidas em pastagens de capim elefante. 2011, 79 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CHASE, L.E. Nitrogen utilization in dairy cows – what are the limits of efficiency? In: PROC. CORNELL NUTR. CONF. 2003, Syracuse, NY. pp: 233-244. 2003.

CHEN, K. H.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S.; SIMAS, J.; CHAN, S. C.; WU, Z.; SULLIVAN, J. L. Effect of steam flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* v.77, p.1038– 1043, 1994.

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. 1993. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. ROWETT RESEARCH INSTITUTE. Aberdeen, UK. 21 p, 1993.

CHIZZOTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Excreção de creatinina em vacas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: 2004a. CDROM. Nutrição de ruminantes.

CHURCH, D.C. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Corvallis: Nutrition O&B Books, 1979. v.2, 564p.

COLLINS, R.M., PRITCHARD, R.H. Alternate day supplementation of corn gluten meal fed to ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.70, p.3899-3908. 1992.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *J. Dai. Sci.*, Lancaster, v.85, n.11, p.3008-3012, 2002.

CORREIA, P. S. Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas. 2006. 333p. Dissertação (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CORSI, M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1988. p.57-77

CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8.,1986, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1986. p.499-512

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Pastagens. Piracicaba: FEALQ, 1990,p. 69- 88

COSTA, D.F.A. Respostas de bovinos de corte à suplementação energética em pastos de capim Marandu submetidos a intensidades de pastejo rotativo durante o verão. 2007. 98p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

COTTA, M. Amylolytic of Selected Species of Ruminal Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology.* v.54, n.3, p.772-776, 1988.

CROCKER, L. M.; DEPETERS, E. J.; FADEL, J. G.; PEREZ-MONTI, H.; TAYLOR, S. J.; WYCKOFF, J. A.; ZINN, R. A. Influence of processed corn grain in diets of dairy cows on digestion of nutrients and milk composition. *J. Dairy Sci.* v.81, p.2394– 2407, 1998.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO Jr., Ecofisiologia de plantas Forrageiras. In: PEREIRA, O. G., NASCIMENTO Jr., D. FONSECA, D. M. (Eds.) Simpósio sobre Manejo Estratégico da pastagem, 3, Viçosa, 2006. Anais... Viçosa: UFV, 2006, p. 1-42.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DANÉS, M. A. C. Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante. 2010, 117p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

DANN, H. M.; VARGA, G. A.; PUTNAM, D. E.; GRIEL, J. L. C.; Improving energy supply to late gestation and early postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.82, p.1765– 1778, 1999.

DE PETERS, E. J.; FERGUSON, J. D. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J. Dai. Sci.*, Champaign, v. 75, n. 11, p. 3192-3209, 1992.

DELAHOY, J. E.; MULLER, L. D.; BARGO, F.; CASSIDY, T. W.; HOLDEN, L. A. Supplemental carbohydrates sources for lactating dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* v.86, 2003.

DEREZ F. Produção de leite de vacas mestiças holandês x zebu em pastagens de Capim-Elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n.1, p.197-204, 2001.

DEREZ F., PAIM COSTA M. L., COSER A. C., MARTINS C. E., RODRIGUES J. B. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 35 n.3, p.863-869, 2006.

DEREZ, F., COSER, A.C., MARTINS, C.E., BOTREL, M.A., AROEIRA, L.J.M., VASQUEZ, H.M., MATOS, L.L. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) para produção de leite. In: REUNIÃO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Campinas-SP, 1994. p. 183-199.

DEREZ, F.; MOZZER, O.L. Produção de leite em pastagens de capim-elefante. In: CARVALHO, L.A., CARVALHO, M.M., MARTINS, C.E., VILELA, D. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE. EMBRAPA-Coronel Pacheco-MG, 1990, p. 155-173.

DRUMOND, L.C.D.; AGUIAR, A.P.A. Irrigação de pastagem. 1. ed. Uberaba: Universidades Associadas de Uberaba/FAZU, 2005. 210p.

EKINCI C.; BRODERICK A. G. Effect of processing high moisture ear corn on Ruminant fermentation and milk yield. *J. Dai. Sci.*, v. 80, p.3298-3307, 1997.

EUCLIDES, V. P. B. & MEDEIROS, S.R. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: TEORIA E PRÁTICA DA PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 22., 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba, SP: Fealq, 2005, p. 33-70.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 12, Piracicaba, 1995. Anais... Piracicaba. FEALQ, 1995. p. 245-73

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. et al. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 37, n.1., p.18-26, 2008.

FANCHER, B. I. ROLLINS, D.; TRIMBBE, B. Feed processing using the annular gap expanded and its impact on poultry performance. *Journal Applied Poultry Research*. v.5, n.4, p.386-394, 1996.

FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L.; ST-PIERRE, N.R.; NOFTSGER, S.M. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* v.79, p.218-238, 2001.

FLINT, H. J.; FORSBERG, C.W. Polysaccharide degradation in the rumen: biochemistry and genetics. In: ENGELHARDT, W. V., et al. (Eds). *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Proceedings of the Eighth International Symposium on Ruminant Physiology, 1995. Stuttgart: Enke, 1995, p. 43-70.

FRENCH, D. Organization o starch granules. *Starch chemistry and technology*. 2 ed. New York; London: Academic Press, 1984. p.237-238.

GARCÍA, G.A.G. Desempenho de vacas leiteiras em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) suplementado com diferentes fontes de carboidratos. 2007. p.62 Dissertação (Mestrado), Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

GARCÍA, G.A.G.; REIS, R.B.; PEREIRA, A.B.D.; SATURNINO, H.M.; COELHO, S.G. Produção e composição do leite de vacas em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) suplementado com diferentes fontes de carboidratos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.62, n.4, p.875-882, 2010.

GOMIDE, J. A.; ZAGO, C.P. Valor nutritivo e produtividade de capim colônia, submetido a diferentes intervalos de corte, com e sem adubação de reposição. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.11, n.3, p. 512-528, 1982.

GOMIDE, J.A. Manejo de pastagens para produção de leite. In: CECATO, U., SANTOS, G.T., PRADO, I.N., MOREIRA, I. (eds). SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PASTAGENS. EDUEM, MARINGÁ-PR, 1994. p. 141-168.

GOMIDE, J.A., WENDLING, I.J., BRÁS, S.P., QUADROS, H.B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejadas sob duas ofertas diárias de forragem. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa – MG, v.30, n.4, p. 1194-1200, 2001.

GRANT R., DRUDICK D., KEOWN J., Milk urea nitrogen testing. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. Acesso (2007) em: www.ianrpubs.unl.edu/dairy/g1298.html

GRANT, R.J. Optimizing starch concentrations in dairy rations. In: W.H. MINER AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE ANNUAL TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 14., 2005, Fort Wayne. Proceedings... Fort Wayne, 2005, p.73-79.

GRANT, R.J., MERTENS, D.R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. *J. Dai. Sci.*. v.75, p.2762-2768, 1992.

HALE, W. H. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.37, p.1075, 1973.

HALL, M.B., HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. *J. Dairy Sci.* v.84, p.2486-2493, 2001.

HAMAKER, B.R.; MOHAMED, A.A.; HABBEN, J.E.; HUANG, C.P.; LARKINS, B.A. Efficient procedure for extracting maize and sorghum kernel proteins reveals higher prolamin contents than the conventional method. *Cereal Chem.* v.72, n.6, p.583-588, 1995.

HAMMOND, A.C. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 1997. Gainesville: University of Florida. *Proceedings...* Disponível na Internet: <http://www.ifas.ufl.edu/~dairyweb/pub/symp.htm>.

HEIDENREICH, E. Benefits and side effects of expanding. In: *Expoviga*, 1997.

HEIDENREICH, E. Operation strategies for expansion cooking. *Feed Mix*, v.2, n.5, p.32-34, 1994.

HENRIQUE, W.; BOSE, M. L. V. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento de na alimentação de bovinos: Milho e Sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995. Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 153 – 169.

HERLIG, V. R.; LUZ, P. H. C. ANCHÃO, P. P. O. MARCHESIN, W. A. MACEDO, F. B. ALVES, A. C. Manejo do pasto com vistas a maximizar a produção de ruminantes. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2005, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: Funep, 2005. p. 125-158

HESPELL, R.B., BRYANT, M.P. Efficiency of rumen microbial growth: influence of some theoretical and experimental factors on YATP. *J. Anim. Sci.*, v.49, n.6, p.1640-1659, 1979.

HOBSON, P.N. (Ed.). The rumen microbial ecosystem. London ; New York: Elsevier Applied Science, 1988. 527p.

HOFFMAN, P. C.; SHAVER, R. D. The nutritional chemistry of dry and high moisture corn. In: ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 26, 2011, Arizona. Proceedings... Arizona: The University of Arizona Department of Animal Sciences. p.12-23, 2011.

HOFFMAN, P.C., ESSER, N.M.; SHAVER, R.D.; COBLENTZ, W.; SCOTT, M.P.; BODNAR, A.L.; SCHMIDT, R.; CHARELY, B. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high moisture corn. *J. Dairy Sci.* v.94, n.5, p.2465-2474, 2011.

HONGERHOLT, D. D.; MULLER, L. D. Supplementation of rumen undegradable protein to the diets of early lactation Holstein cows grazing grass pasture. *J. Dairy Sci.* v.81, p.2204–2214, 1998.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches a review. *Carbohydrate Polymers*, v.45 p.253, 2001.

HOOVER, W. H.; S. R. STOKES. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dai. Sci.* v.74 p.3630–3644, 1991.

HOSENEY, R. C.; DAVIS, A. B.; HARBERS, L. H. Pericarp and endosperm structure of sorghum grain shown by scanning electron microscopy. *Cereal Chemistry.* v.51, p.553-558, 1974.

HUHTANEN, P.; HRISTOV, A. N. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein and milk N efficiency in dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.92, p.3222-3232, 2009.

HUNTINGTON B. G. Starch utilization by ruminants: from basis to de bunk. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.852-867. 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE – Levantamento sistemático da produção agrícola, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: Dezembro 2012.

JOBIM C.C., BRANCO A.B., SANTOS G.T. Silagem de grãos úmidos na alimentação de bovinos. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite, 2003, Goiânia. p. 357-376.

JOHNSON, C.R.; REILING, B.A.; MISLEVY, P.; HALL, M.B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. *J. Anim. Sci.*, v.79, p.2439-2448, 2001.

JOY, M. T.; DEPETERS, E. J.; FADEL, J. G.; ZINN, R. A. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. *J. Dairy Sci.* v.80, p.2087– 2097, 1997.

JURJANZ, S.; MONTELS, V. Ruminal degradability of corn forages depending on the processing method employed. *Anim. Res.* v.3 p.15-23 2005.

KELLAWAY, R., & S. PORTA. Feeding concentrates supplements for dairy cows. In: DAIRY RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION. 1993. Melbourne, Australia, 1993.

KNOWLTON K.F.; GLENN B. P.; ERDMAN R. A. Performance, ruminal fermentation, and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvested and processed differently. *J. Anim. Sci.*, v. 81, p.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. *J. Dairy Sci.* v.79, p.557– 564, 1996.

KOLVER, E.S., DE VETH, M.J. Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. *J. Dai. Sci.* v.85, n.5, p.1255-1266, 2002.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Sarch hydrolysis by the ruminal microflora. In: ANNUAL RUMINANT NUTRITION CONFERENCE, 31., 1990. Washington, The Journal of Nutirtion, Bethesda, v.122, n.1, p.178-190, 1992.

KRAMER, J.; VOORSLUYS, J. L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1991. p.257-262.

LASZTITY, R. The Chemistry of Cereal Proteins. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL. 1984.

LAVEZZO, O.E.N.M., LAVEZZO, W., WECHSLER, F.S. Estádio de desenvolvimento do milho. 3. Avaliação de silagens por intermédio de parâmetros de fermentação ruminal. *Rev. Bras. Zootec.* v.27, n.1, p.171-178. 1998.

- LAWTON, J. W. Zein: A history of processing and use. *Cereal Chem.* v.79 n.1 p.1-18. 2002.
- LEHNINGER, A. L. Princípio de Bioquímica. 4ª ed. São Paulo: Savier, 1998. p.105.
- LENG, R.A., NOLAN, I.V. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dai. Sci.*, v.67, n.5, p.1072-1089. 1984.
- LENKEIT W. AND BECKER M. Inspeção e apreciação de forragens. Lisboa. Ministério da Economia de Portugal, 1956.152p.
- LIMA, G. J. M. M. Milho e subprodutos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001. Campinas, SP. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.13-32.
- LISTA, F. N.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M. et al. Avaliação de métodos de amostragem qualitativa em pastagens tropicais manejadas em sistema rotacionado. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 36, n.5., p. 1413-1418, 2007a.
- LISTA, F. N.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M. et al. Avaliação nutricional de pastagens de capim-elefante e capim-mombaça sob manejo rotacionado em diferentes períodos de ocupação. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 36, n.5., p. 1406-1412, 2007b.
- LOPES F. C., DERESZ F., RODRIGUEZ N. M., AROEIRA L. J. M., BORGES I., MATOS L. L., VITTORI A. Disponibilidade e perdas de matéria seca em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetida a diferentes períodos de descanso. *Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec.* v.55, n.4, 2003.
- LOPES, C.J. Nutrient composition and fiber digestibility measurements of tropical forages collected from intensively managed rotational grazing systems. 2011 131p. Dissertação (Mestrado - Dairy Science) University of Wisconsin, Madison, 2011.
- LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Predição do consumo de pasto de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) por vacas mestiças Holandes x Zebu em lactação. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 3, p. 1017-1028, 2005.
- LUCCI, C. DE S.; FONTOLAN, V.; HAMILTON, T. R.; KLU, R.; WICKBOLD, V. Processamento de grãos de milho para ruminantes: Digestibilidade aparente e "In Situ". *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 35-40, 2008.
- LYKOS, T. et al. Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: Effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 80, n.12, p. 3341-3355, 1997.

MACEDO, F. L. Doses de concentrado com ou sem gordura inerte na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. 2012, 108 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 34, n.4., p.1400-1407, 2005.

MARQUES, R. S. Efeito da variação dos níveis de forragem em dietas contendo grãos de milho inteiro e os benefícios da floculação na terminação de tourinhos Nelore. 2011. 71p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MARTINEZ, J.C. Avaliação de co-produtos na alimentação de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais durante a estação chuvosa e alimentadas no cocho durante a estação seca do ano. 2008. 351p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

Mc ALLISTER T. A., RODE L. M., MAJOR D. J., CHUNG K. J., BUCHAMAN J. G. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *J. Anim. Sci.*, v. 70, p.571, 1990.

Mc ALLISTER, T. A.; PHILLIPE, R. C.; RODE, L. M. CHENG, K. J. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.71, n.1, p. 205-212, 1993.

Mc CARTHY, R. D., et al. Effect of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dai. Sci.*, v.72 p.2002, 1989.

Mc CLEARY, B. V.; GIBSON, T. S.; MUGFORD, D. C. Measurement of total starch in cereal products by amyloglucosidase – α -amylase method: collaborative study. *J. AOAC Inter.*, v. 80, n. 3, p. 571-579, 1997.

MELLO JÚNIOR, C. A. Processamento dos grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1991. p.263-283.

MENDES, W. S. Valor nutritivo do milho, sorgo e soja submetidos ou não a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. 2002. p.49 Tese (Mestrado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MERTENS, D. R., BRODERICK, G. A., SIMONS R. Efficacy of carbohydrate sources for improving utilization of N in alfalfa silage. *J. Dairy Sci.* v.77, p.240, 1994.

MINSITÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA; SECRETARIADE POLÍTICAS AGRICOLA – SPA; INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA – IICA. Série Agronegócios, Cadeia Produtiva do milho, v.1, 2007.

MITZNER, K. C.; OWEN, F. G.; GRANT, R. J. Comparison of sorghum and corn grains in early and midlactation diets for dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.77, p.1044– 1051, 1994.

MOE, P. W.; TYRRELL, H. F.; HOOVEN, J. N. W. Physical form and energy value of corn grain. *J. Dairy Sci.* v.56, p.1298– 1304, 1973.

MOMANY, F.A., SESSA,D.J.; LAWTON J.W.; SELLING G.W.; HAMAKER S.A.; WILLET J.L.; Structural characterization of alpha-zein. *J. Agric. Food Chem.* v.54 p.543-547, 2006.

MOTA, M. F. Desempenho, parâmetros ruminais e taxa de passagem em vacas da raça holandesa em pastagem de coastcross. 2006, 147p. Tese (Doutorado) Universidade estadual de Maringá. Maringá, PR, 2006

MOTEIRO, F. A.; EUCLIDES, V. P. B. Adubação de plantas forrageiras com ênfase na produção e qualidade forrageira. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2005, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: Funep, 2005. p. 159-186

MOULD, F.L.; ORSKOV, E. R. Manipulation of rumen fenid pH and influence on cellulose in sacco, dry matter degradation and the run microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, v.10, n.1, p.1-14, 1984.

MOURÃO, R.C.; PANCOTI, C. G.; MOURA, A.M.; FERREIRA, A. L.; BORGES, A.L.C.C.; SILVA, R.R. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. *PUBVET*, Londrina, V. 6, N. 5, Ed. 192, Art. 1292, 2012.

MU-FORSTER, C.; WASSERMAN, B. P. Surface localization of zein storage proteins in starch granules frim maize endosperm: Proteolytic removal by thermolysin and in vitro cross-linking of granule-associated polypeptides. *Plant Physiology.* v.116 p.1563-1571, 1998.

MULLIGAN, F.J.; DILLON, P.; CALLAN, J.J.; RATH, M.; O'MARA, F.P. Supplementary concentrates type affects nitrogen excretion of grazing dairy cows. *J. Dai. Sci.*, Savoy, v.87, p.3451-3460, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC Nutrients requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: Natl. Acad. Sc., 2001. 408p.

NOCEK J. E., TAMMINGA S. Site of digestión of strarch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield an composition. *J. Dai. Sci.*, v. 74, p.3598, 1991.

NUSSIO, L. G. Effects of NDF levels and ruminally degradable starch on performance, ruminal parameters and in situ degradation of nutrients in lactating dairy cows fed sorghum diets. 1997. Thesis (Ph.D.) - University of Arizona, Tucson, 1997.

OBA, M. e ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *J. Dai. Sci.*, v. 86, p.174-183, 2003.

OLMOS-COLMENERO, J.J.; BRODERICK, G.A. Effect of dietary crude protein concentration on ruminal nitrogen metabolism in lactating dairy cows. *J. Dai. Sci.*, Champaign, v.89, n.5, p.1694-1703, 2006.

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

ØRSKOV, E.R., McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements of feed in weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* v.92, n.2, p.499-503, 1979.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.*, v.63 p.1634, 1986.

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

PACHECO JUNIOR, A.J.D. Valor nutritivo e cinética ruminal de gramíneas tropicais manejadas intensivamente. 2009. 192p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PASSINI, PR.; SILVEIRA, A.C.; RODRIGUES, P.H.M.; CASTRO, A.L.; TITTO, E.A.L.; ARRIGONI, M.B.; COSTA, C. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.24, n.4, p.1147-1154, 2002.

PACIULLO, D.S.C.; DERESZ, F.; LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; VERNEQUE, R.S. Disponibilidade de matéria seca, composição e consumo de forragem em pastagem de capim-elefante nas estações do ano. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.4, p.904-910, 2008.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Circular Técnica, Embrapa, CNPMS, n.75, p.1-6, 2006.

PASLMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de Lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: UNESP/Funep, 2006. 583p.

PAULINO, M. F.; ACEDO, T. S. SALES, M. F. L. FIGUIEREDO, D. M. MORAES, E. H. B. K. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2005, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: Funep, 2005. p. 87-100

PEISKER, J.C. Physical and chemical changes during the expansion. *Feed International*, v.13, n.2, p.16-34, 1992.

PENATI, M. A. Estudo do desempenho animal e produção do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós-pastejo. Piracicaba, 2002. p.117 Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

PEREIRA, L. G. R.; ANTUNES, R. C. O milho na alimentação de gado de leite. In: IV Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite. Belo Horizonte, MG: Escola de Veterinária, UFMG, 2007. p. 49-70.

PEREIRA, M.L.R. Degradabilidade ruminal in vitro de grãos re-hidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias. 2012. p.60 Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

PERES, S. M. Processamento de grãos de milho do tipo *flint* ou duro e adequação proteica em rações para bovinos em terminação – desempenho animal e digestibilidade do amido. 2011. 89p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

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 15 N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. *Brit. J. Nutr.*, v.75, p.699-709, 1996.

PHILIPPEAU, C.; LANDRY, J.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of the protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. *J. Sci. Food and Agric.* v.80 p.404-408, 2000.

PIERONI, G. A.; BARGO, F.; REARTE, D.H. Dry-ground or steam flaked sorghum supplementation to lactating dairy cows grazing pasture. *J. Dairy Sci.* v.82, p.44, 1999.

PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; MENDES, C.Q.; OLIVEIRA Jr., R. C.; FERNANDES, J.J.R.; SIMAS, J.M.C. Efeito de fontes e formas de processamento do amido sobre o desempenho e o metabolismo do nitrogênio em vacas Holandesas em lactação. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.8, p.1456-1462, 2008.

PLASCENCIA, A.; ZINN, R. A. Influence of flake density on the feeding value of steam-processed corn in diets for lactating cows. *J. Anim. Sci.* v.74, p.310– 316, 1996.

POLAN, C. E., R. E. BLASER, MILLER C. N., WOLF D. D. Utilization of pasture by lactating cows. *J. Dairy Sci.* v.69, p.1604– 1612, 1986.

POLAN, C. E., WARK W. A. High moisture corn, dry ground corn and zero supplement for grazing cows compared to TMR for milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* v.80, p.159, 1997.

POND, K.R. et al. Estimating intake using rare earth markers and controlled release devices. In: Southern pasture and forage crop improvement conference, 45, 1989, Little Rocks. Proceedings... Little Rocks, 1990. p. 73-81

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. Basic Animal Nutrition and Feeding. 4^a Ed. New York: John Willey and Sons, 1995, p. 353-364.

REBHUN, W.C.; GUARD, C. Doenças do gado leiteiro. São Paulo: Rocca, 2000. 642p.

REIS, R. B.; D. K. COMBS. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dai. Sci.*, v.83, p.2888–2898, 2000.

REIS, R. B.; SAN EMETERIO, F.; COMBS, D. K.; SATTER, L. D.; COSTA, H. N. Effects of corn particle size and source on performance of lactating cows fed direct-cut grass-legume forage. *J. Dairy Sci.* v.84 p.429–441 2001.

REIS, R.B.; COLOMBINI, S.; MILLER, A.; COMBS, D.K.; BRODERICK, G.A.; CROVETTO, G.M. Protein fractions and rates of degradation of tropical forages from intensively grazed pastures. In: Energy and protein metabolism and nutrition, 127, 2010, Parma, EAAP publication... Wageningen Academic Publishers, 2010. p. 717-718

REIS, R.B.; SOUSA, B.M. Suplementação de vacas leiteiras em pastagem manejada intensivamente. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 6, 2008. Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 151-181.

RIBEIRO, K.G., et al. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial, de utrientes, em bovinos recebendo rações contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.2, p.533-540. 2001.

RODRIGUES, E. N. Digestibilidade aparente de dietas contendo feno de Tifton 85 (*Cynodon spp*) e níveis crescentes de milho moído e milho expandido em ovinos. 2002. p.39 Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2002.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.*, v.63 p.1607, 1986.

RUSSEL, J. B.; O' CONNOR, J. D.; FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, v.70, n.12, p. 3551-3561, 1992.

RUSSELL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *J. Dairy Sci.* v.79, p.1503-1509, 1996.

SALIBA, E. O. S.; PEREIRA, R. A. N.; FERREIRA, W. M. et al. Lignin from Eucalyptus Grandis as indicator for rabbits in digestibility trials. *Tropicaland Subtropical Agroecosystems.*, v.3, n.1-3, p.107-109, 2003.

SAMPAIO, I.B.M. Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. Reading, 1988. 214p. (Tese, Doutorado em Fisiologia) Univesity of Reading, Reading, 1988.

SAN EMETERIO, F.; REIS, R.B.; CAMPOS, E.W.; SATTER, L.D. Effect of fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.*, v. 83 n.12,, p.2839-2848, 2000.

SANTOS P.F.A., MENEZES J.M.P., CORRÊA J.M., PIRES A.V., Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citrus peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sangüíneos em vacas leiteiras. *Acta Scientiarum*, v. 23 n.4, p.923-931, 2001.

SANTOS, F. A. P. Effect of sorghum grain processing and protein source on performance and nutrient utilization by lactating dairy cows. 1996. Thesis (Ph.D.) - University of Arizona, Tucson, 1996.

SANTOS, F. A. P. et al. Response of lactating dairy cows to various densities of sorghum grain. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.75, n.6, p.1681-1685, 1997.

SANTOS, F.A.P.; GALLO, M.P.C.; CHAGAS, L.J.; MACEDO, F.L.; DANÉS, M.A.C.; PEDROSO, A.M. Qualidade do leite produzido em sistemas de produção à base de pastagens. In: IV SUL LEITE: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRANA REGIÃO SUL DO BRASIL: LEITE SAUDÁVEL E SEM RISCOS AMBIENTAIS, 4., 2010, Maringá. Anais... Maringá: Sthampa, 2010. p.37-71.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.; MARTINEZ, J.C.; PENATTI, M.A. Utilização da suplementação com concentrados para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5.2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.

SANTOS, P.F.A.; MARTINEZ, J.C.; GRECO, L.F. et al. Suplementação de vacas sob pastejo: considerações técnicas e econômicas visando maior rentabilidade. Anais... INTERLEITE. p 45-62, 2007.

SARMENTO, D. O. L. Produção , composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A.Rich) Stapf. Cv. Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte. 2007. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO Jr., Ecofisiologia de plantas Forrageiras e o manejo do pastejo. In: PEDREIRA, C. G. L. S. (Ed.) Simpósio sobre Manejo da pastagem, 24, Piracicaba, 2007. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2007, p. 153-176

SHRIVER, B. J. et al. Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. *J. Dai. Sci.*, v.69, p.413, 1986.

SILVA., D. S., GOMIDE, J.A., QUEIROS, C.A. Pressões de pastejo em Pastagens de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott). 2 - Efeito sobre o consumo do pasto, valor nutritivo e produção de leite. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 23, n.3, p. 453-464, 1994.

SINCLAIR, L. A.; GARNSWORTHY P. C.; NEWBOLD J. R.; BUTTERY P. J.; Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release in diets with a similar carbohydrate composition on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci.* v.124, p.463–472, 1995.

SIQUEIRA, E. R. Pastagens para ovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS,1986, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 351-360.

SNIFFEN, C. J., O’CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, n.12, p. 3562-3577, 1992.

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. *J. Dai. Sci.*, v. 83, p.1520-1529, 2000.

SOUZA-JÚNIOR, S.J. Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim Marandu submetidos a estratégia de pastejo rotativo por bovinos de corte. 2007. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J. Dai. Sci.*, Champaign, v.75, n.2, p.345-357, 1992

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.63, n.4, p.1649-1662, 1986.

THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; DELGADO ELORDUY, A. et al. Invited review: Summary of steamflaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *J. Dai. Sci.*, v.82, p.1950-1959, 1999.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stages technique for the “*in vitro*” digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*, v.18, p.104, 1963.

TRINDADE, J. K. Modificação na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim Marandu submetido à estratégia de pastejo rotativo por bovinos de corte. 2007. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TYRRELL, H. F.; VARGA, G. A. Energy value for lactation of rations containing ground whole ear maize or maize meal both conserved dry or ensiled at high moisture. *Eur. Assoc. Anim. Prod.* v.32, p.308– 309, 1987.

VAGNONI, D.B., BRODERICK, G.A. Effects of supplementation of energy or ruminally undegraded protein to lactating cows fed alfafa hay or silage. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.1703-1712, 1997.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *J. Dai. Sci.*, v.82, p. 2686-2696, 1999.

VAN SOEST P. J. Nutricional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 446 p.

VAN SOEST P., ROBERTSON J. B., LEWIS B. A. In: Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. Soluble carbohydrates and the nonfiber components of feeds. *Large Anim. Veterinary*, v.42, p.44, 1987.

VANZELA, L. S; HERNANDEZ, F. B. T.; GARGANTINI, P. E. et al. Qualidade de forragem de capim Mombaça sob irrigação na região oeste do Estado de São Paulo. In: Anais ... XVI CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2006, Gioânia. 2006.

VENDRAMINI, J.M.B.; SOLLENBERGER, L.E.; ADESOGAN, A.T.; et al., Protein fractions of Tifton 85 and Rey-ryegrass due to sward management practices. *Agron. J.*, v.100, p.463-469, 2008.

VERBIC, J. Factor affecting microbial protein synthesis in the rumen with emphasis on diets containing forages. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein*, v.29, p.1-6, 2002.

VIANA, R.O. Desempenho de Cordeiros Santa Inês em Confinamento com Milho Expandido. 2004. 35f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

VILELA, D., ALVIM, M.J., DE CAMPOS, O. F., RESENDE, J.C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento e ou pastagem de Coastcross. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 25, n.6, pg. 1228-1244, 1996.

VOLTOLINI, T. V. Adequação protéica em rações com pastagem ou cana-de-açúcar e efeito de diferentes in-tervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras. 2006. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

WATSON, S. A. Structure and Composition. In: S. A. WATSON; E. R. RAMSTAD, (ed.) *CORN CHEMISTRY AND TECHNOLOGY*. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, 1987, p. 53–82.

WEISS, W.P.; SHOCKEY, W.L. Value of orchardgrass and alfalfa silages fed with varying amounts of concentrates to dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.74, p.1933-1943, 1991.

WELLS, J.E.; RUSSELL, J.B. Why do many ruminal bacteria die and lyse so quickly? *J. Dairy Sci.* v.79, p.1487-1495, 1996.

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. *J. Dairy Sci.* v.80 p.2487– 2496, 1997.

WU, Z.; MASSINGILL, L. J.; WALGENBACH, R. P.; SATTER, L. D. Cracked dry or finely ground high moisture shelled corn as a supplement for grazing cows. *J. Dairy Sci.* v.84, p.2227–2230, 2001.

YAN, T.; FROST, J.P.; AGNEW, R.E.; BINNIE, R.C.; MAYNE, C.S. Relationships among manure nitrogen output and dietary and animal factors in lactating dairy cows. *J. Dai. Sci.*, Lancaster, v.89, p.3981-3991, 2006.

YING Y., ALLEN M. S., VANDEHAAR M. J., AMES N. K., 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. *J. Dai. Sci.*, v. 76 (Suppl 1), p.339, 1998.

YU, P.; HUBER, J. T.; SANTOS, F. A. P.; SIMAS, J. M.; THEURER, C. B. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* v.81, p.777– 783, 1998.

ZEFERINO, C. V. Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A.Rich) Stapf. Cv. Marandu) submetidos a regime de lotação intermitente por bovinos de corte. 2007. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ZHONG, R.Z.; LI, J.G.; GAO, Y.X.; TAN, Z.L.; REN G.P. Effects of substitution o different levels of steam-flaked corn for finely ground corn on lactation and digestion in early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.91, p. 3931-3937, 2008.