**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em
pastagem tropical**

Camila Delveaux Araujo Batalha

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2015**

Camila Delveaux Araujo Batalha
Zootecnista

Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em pastagem tropical
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Batalha, Camila Delveaux Araujo

Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em pastagem tropical / Camila Delveaux Araujo Batalha. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.

72 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Milho reidratado 2. Capim-elefante 3. Déficit hídrico I. Título

CDD 636.214
B328p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

À minha família, em especial ao meu marido e filho

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por colocar todas as coisas no momento certo em meu caminho. "O temor do senhor é o princípio da sabedoria..." (Salmo 111:10).

Ao meu orientador Flávio Augusto Portela Santos, pela confiança em me receber, pelos ensinamentos e orientação.

Aos professores da ESALQ pelos ensinamentos e convívio enriquecedor, em especial ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva e Carlos Guilherme S. Pedreira por toda paciência e ajuda.

À UFV pela minha formação, em especial ao Prof. Augusto César Queiroz pela motivação e compreensão e ao Prof. Dr. Marcos Inácio Marcondes pela ajuda e ensinamentos.

Ao meu marido Davidson, sem o qual nada seria possível, abrigada pelo amor, paciência, incentivo e toda ajuda.

Ao meu filho Diego por ter tornado minha vida mais feliz e pela paciência e carinho nos dias mais difíceis.

Aos meus pais Ana e Juacy, minha avó Esther, as minhas e tias ("mães") Maria e Rita, por toda ajuda, amor incondicional, incentivo, mesmo com toda saudade compreenderam e me motivaram a seguir em frente.

À minha irmã Samira e sobrinhos Leandro e Gustavo pelo carinho e amizade.

Ao colega Prof. Dr. João Luiz Pratti Daniel e Dr. Marco Antônio Penati pela orientação e ajuda no desenvolvimento e finalização deste projeto.

As minhas amigas Carolina Guerra, Amália Chaves Saturino e Fabiane Costa, pelos melhores momentos deste período, amizade, conselhos e ajuda.

Aos amigos Antônio Humberto (Humbertão), Lucas J. Chagas (Parabis), Luiz Roberto (Conçolo), Murillo (Titanig), Murilo (Baiano), Paola Gabarra, Lucas (K-pataiz), Janielen, Diandra Lezièr, Nayana Barbosa, Maria Erika e Gustavo Vancetto. Obrigada por toda ajuda e por tornar esta jornada mais prazerosa.

Aos estagiários CPZ (Clube de práticas zootecnicas), João Meneghel de Moraes, Bruno Arthur (Gré-lo), Mateus Cirino (K-rreriña), Sergio Nono (Bãton), Lucas de oliveira (Vira-Kbça) e Renato Dias (Fedder) por toda ajuda e momentos de descontração no CT.

Aos Doutores Alexandre Pedroso, Marco Antônio Penati, Diogo Fleury pela ajuda no desenvolvimento do projeto.

Aos funcionários da fazenda da escola, Senhores: Wagner, Francisco (Neco), Jonas e Laureano. Às Funcionárias Daiane e Nalighia.

Aos funcionários do dept. de Zootecnia, em especial ao Carlos Cézár pelos ensinamentos no laboratório de bromatologia.

As minhas amigas de Minas Gerais que mesmo distante sempre acompanharam minha caminhada e torceram por mim.

Aos membros da banca examinadora Marco Antônio Penati e Alexandre Mendonça Pedroso.

À Fundação de Amparo a pesquisa de São Paulo (FAPESP), Conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPQ), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa regular de mestrado.

"Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo"
Martin Luther King

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Período experimental, animais e tratamentos	29
3.2 Manejo da pastagem	31
3.3 Medições do pasto, coleta de amostras de forragem e concentrados.....	32
3.4 produção e composição do leite.....	34
3.5 Pesagem dos animais, escore de condição corporal (ECC) e comportamento animal.....	34
3.6 Variáveis sanguíneas	35
3.7 Excreção fecal e consumo.....	35
3.8 Análises químicas.....	37
3.9 Consumo de energia, energia secretada no leite e eficiência.....	38
3.10 Variáveis ruminais.....	38
3.11 Análises estatísticas.....	39
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

RESUMO

Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em pastagem tropical

Sistemas baseados apenas na utilização de pastagens não atendem a demanda de nutrientes para altas produções individuais, a suplementação energética é necessária para corrigir as deficiências específicas de nutrientes dos animais em pastejo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação energética de vacas no terço médio da lactação com milho sob diferentes formas de processamento. Foram utilizadas 20 vacas em delineamento quadrado latino 4X4, submetidas aos seguintes tratamentos: T1: Milho moído; T2: Milho moído reidratado e ensilado; T3: Milho quebrado reidratado e ensilado e T4: Milho floculado. Os tratamentos foram oferecidos durante 64 dias, duas vezes ao dia e ajustado por período de acordo com a produção de leite. De cada quadrado por subperíodo. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED do SAS (SAS, 2002). Os graus de liberdade para efeito de tratamento foram particionados em contrastes ortogonais com 1 grau de liberdade, para avaliar os seguintes grupos de médias: 1) MM vs. (RM e RQ), 2) Floc vs. MM e 3) RM vs. RQ. O tamanho médio de partículas dos tratamentos foi: 1,35 MM; 1,41 RM; 2,95 RQ e 5,95 mm para o floculado. As silagens continham teor de umidade de 35,4% RM e 34,8% RQ, e o período de estocagem foi de 177 dias. Os animais foram mantidos em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon). O CMS não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). A DFDN foi superior para o milho floculado em contraste com MM. A DCNF foi maior para o RM que para o RQ (95,92 vs 93,59%). Os tempos de ruminação, ócio de pastejo não diferiram entre os tratamentos. Os diferentes processamentos não alteram a produção de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura, produção e teores de gordura, caseína e lactose. O teor de NUL foi superior no tratamento milho moído que para o milho floculado (11,26 vs 9,80 mg/dL). O peso corporal, ECC e partição energética (ELL_L , ELL_M , Bal EL, EL_L) não foram influenciados pelo tipo de processamento. As variáveis ruminais e sanguíneas avaliadas não foram influenciadas pelos diferentes processamentos. A substituição do milho moído por formas de processamento mais intensas não resultou melhora no desempenho.

Palavras-chave: Milho reidratado; Capim-elefante; Déficit hídrico

ABSTRACT

Corn grain processing methods for dairy cows grazing a tropical pasture

Systems based solely on use of pastures do not meet the nutrient demand for high individual production systems, thus, energy supplementation is needed to correct specific nutrient deficiencies of grazing animals. The aim of this work was to assess energy supplementation for middle lactation cows with corn under different forms of processing. Twenty cows were used in 4x4 Latin square design, and were subjected to the following treatments: T1: ground corn (GC), T2: rehydrated and ensiled ground corn (REGC), T3: rehydrated and ensiled cracked corn (RECC), and T4: flocked corn (FC). The treatments were offered during 64 days, twice a day and adjusted per period according to milk production of the square. The average size of particles of the treatments were: 1.35 mm for GC, 1.41 mm for REGC, 2.95 mm for RECC, and 5.95 mm for FC. Silages contained moisture content of 35.4% for REGC and 34.8% RECC, and the storage period was 177 days. The animals were kept on pasture of elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon). The DMI did not differ between treatments ($P>0.05$). The digestibility of NDF was higher for FC, contrasting to GC. The digestibility of NSC was greater for CG than for RECC (95.92% vs. 93.59%). The rumination time, idleness grazing, did not differ among treatments. The different processes do not alter milk production and 3.5% milk fat, as well as production and contents of fat, casein and lactose. The MUN content was greater in GC and in FC (11.26 vs. 9.80 mg/dL). BW, body condition score and energy partition) were not influenced by the processing type. The ruminal and blood variables evaluated were not influenced by different processing methods. The replacement of GC for more intense processing forms did not result in improved performance.

Keywords: Rehydrated corn; Elephant grass; Hydric deficit

1 INTRODUÇÃO

O potencial dos sistemas intensivos de produção de leite em pastagens tropicais tem sido evidenciado por resultados de trabalhos que destacam a capacidade para elevadas produções de leite por área, investimentos moderados em instalações e custos de produção competitivos como fatores determinantes para a opção por esse sistema (CORSI, 1986; CAMARGO, 1996; SANTOS et al., 2005). As forrageiras tropicais são a base da dieta do rebanho bovino brasileiro em virtude da disponibilidade, alto potencial produtivo e adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros (SILVA, 2009), e quando bem manejadas, são capazes de sustentar níveis satisfatórios de produção de leite, sobretudo nas épocas mais favoráveis do ano (GOMIDE et al., 2001).

Dentre as gramíneas tropicais, o capim elefante (*Pennisetum purpureum* cv. cameroon) apresenta alto potencial de produção de forragem e boa adaptação às condições climáticas predominantes em quase todo o País (DERESZ, 2001). Os níveis de produção relatados em pastagens de capim elefante estão na faixa de 12 a 14 kg/leite/vaca na estação das chuvas (DERESZ et al., 1994; DERESZ et al., 2003). Cowan (1996) afirmou que o limite de produção de leite de vacas em pastagens tropicais não ultrapassa 15 kg/vaca/dia, sendo esse limite determinado pelo alto conteúdo de fibra e pela baixa digestibilidade da forragem. Como consequência, os sistemas baseados apenas na utilização de pastagens não atendem a demanda de nutrientes para altas produções individuais (SANTOS et al., 2003; SANTOS et al., 2005). Neste sentido, suplementos concentrados podem ser utilizados para corrigir as deficiências específicas de nutrientes dos animais em pastejo, sendo estas de ordem qualitativa e quantitativa (SANTOS; JUCHEM, 2000).

Componente importante na dieta de vacas leiteiras, o milho é uma das principais fontes de energia. Um dos desafios na produção de bovinos no Brasil é obter bom desempenho e eficiência alimentar em dietas adotando milho com textura dura do endosperma, de baixa digestibilidade. Dentre os 489 híbridos de milho disponibilizados no mercado brasileiro de sementes na safra 2011/2012, apenas 23 eram classificados como dentados, e destes apenas cinco eram transgênicos (CRUZ et al., 2012).

Tem sido demonstrado em trabalhos experimentais que quanto maior a dureza do grão menor a degradação ruminal do amido (PHILIPPEAU et al. 1999),

desta forma alternativas para aumentar a disponibilidade do amido aos microrganismos ruminais são necessárias.

De acordo com o sistema de avaliação de grãos da Universidade de Wisconsin, proposto por Hoffman e Shaver (2009), os maiores determinantes da digestibilidade do amido do milho são o tamanho de partícula do grão, o teor de umidade e a vitreosidade do endosperma. Estes fatores determinam o potencial digestível do grão de milho. No “UW-Feed Grain Evaluation System” a vitreosidade é definida por mensuração do teor de prolamina do grão enquanto o tamanho de partícula é mensurado por um sistema de peneiras (BAKER; HERRMAN, 2002). Aumento no tamanho de partícula do grão reduz mais a digestibilidade do amido no trato digestivo total de grãos de milho com textura dura do que em milho com textura macia do endosperma. Moagem fina é teoricamente mais determinante da digestibilidade do grão no milho brasileiro que possui alta vitreosidade do endosperma do que no milho norte-americano (PEREIRA, et. al. 2013).

O processamento dos grãos de cereais visa principalmente aumentar a digestibilidade do amido no trato digestivo e assim aumentar o teor de energia dos grãos de cereais (ZINN et al., 2002) e visto que a energia é o principal limitante a produção de leite (NRC 2001; SANTOS et al., 2005) métodos de processamento mais intensos que a moagem grosseira são necessários para otimizar o uso do amido e o desempenho animal. Dentre as formas mais eficientes para se processar o milho estão a floculação e a ensilagem de grãos úmidos, provenientes da colheita precoce ou da reidratação com água (THEURER et al., 1999; ZINN et al, 2002; HICKS; LAKE, 2012; OWENS; BASALAN, 2013).

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho e variáveis metabólicas de vacas leiteiras mantidas em pastagens e suplementadas com silagem de grão de milho reidratado com diferentes granulometrias, frente ao milho floculado e ao milho moído fino seco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os gêneros de forrageiras tropicais utilizadas no Brasil, destacam-se *Pennisetum*, *Brachiaria*, *Cynodon* e *Panicum*. Quando usadas em sistemas intensificados, permitem altas taxas de lotação animal, de 6 a 15 unidades animais (UA), com elevadas produções de leite.ha.ano⁻¹ (CORSI, 1986). Apesar de apresentarem elevado potencial de produção, ainda existe o questionamento quanto ao valor nutricional dessas forrageiras. Entretanto, o conhecimento tecnológico atual de manejo de pastagens tropicais, tem permitido associar elevada produção de forragem tropical com boa qualidade nutricional (SANTOS et al., 2011).

De maneira geral, as espécies utilizadas como pastagens tropicais não apresentam grandes diferenças quanto à sua composição bromatológica quando cultivadas na mesma área e colhidas no mesmo estágio fisiológico. Por serem altamente responsivas à adubação nitrogenada, apresentam crescimento acelerado e elevação dos seus teores proteicos (SANTOS et al., 2005). Na tabela 1 são apresentados dados morfológicos do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, cv Cameroon) em experimentos realizados do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP no período das águas. O manejo adequado das pastagens possibilita a colheita de material forrageiro de alta qualidade. Porém, animais mantidos exclusivamente em pastagens, mesmo sendo bem manejadas, não expressam seu potencial de produção em virtude de restrições, como a baixa capacidade de CMS e o desbalanço nutricional em sua composição. O uso da suplementação com concentrado nessas condições torna-se ferramenta essencial para suprir os nutrientes em escassez, possibilitando o aumento da produtividade dos sistemas de produção de leite em pastagens manejadas intensivamente (DAVISON et al., 1990).

Tabela 1- Características estruturais e composição morfológica da pastagem na mesma área experimental de anos anteriores

	DANÊS, (2010)	CHAGAS, (2011)	MACEDO, (2012)	SOUZA, (2014)	BATISTEL, (2014)
Altura (cm)	102,2	102,8	110,9	101,4	100
Massa de forragem (Kg MS ha ⁻¹)	9600	10783	10070	10546	10738
Folha (%)	42,6	39,4	31,1	43,4	44,2
Colmo (%)	38	39,0	21,1	38,2	38,6
Senescente (%)	19,4	21,6	47,8	18,4	17,2
Folha : Colmo	1,12	1,01	1,47	1,1	1,14
Massa de folha (Kg MS ha ⁻¹)	4090	4249	3132	4577	4746
Massa de colmo (Kg MS ha ⁻¹)	3648	4205,37	2124,77	4028,8	4144
Densidade volumétrica (Kg MS ha cm ⁻¹)	94	105	90,8	104,1	107,3
CMS de pasto (%PV)	3,33	2,14 ¹	2,4	2,0 ²	1,62 ³

¹considerando os resultados obtidos com o marcador externo cromo, ² peso aos 105 dias, ³ peso aos 90 dias. As amostragens foram realizadas a 5 cm do solo.

O milho é a principal fonte de amido utilizada em dietas para ruminantes. No entanto, seu aproveitamento depende dos métodos de processamento a que é submetido (THEURER, 1986). Atualmente, com a mudança nos conceitos sobre a eficiência do uso do amido pelos ruminantes, está comprovado que o desempenho animal é superior quando estes são alimentados com amido de alta degradação ruminal (HUNTINGTON, 1997; THEURER, 1999; JOBIM et al., 2001; OWENS; BASALAN, 2013). A utilização de fontes de amido de alta digestibilidade é positiva não só por melhorar a capacidade fermentativa do rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana e a produção de ácidos graxos voláteis (HUNTINGTON, 1994).

Compreender a estrutura do grão de milho é pertinente já que os diferentes híbridos diferem em suas características físico-químicas, que pode influenciar no seu valor nutritivo (OWENS; SODERLUND, 2006).

O grão de milho é composto por três partes principais: pericarpo, germe e endosperma. A camada externa ou pericarpo representa cerca de 5% do peso do grão, sendo pobre em amido e proteína, porém rica em fibra. O embrião ou germe representa 11% do peso do grão e é rico em lipídeos e proteína, mas pobre em

amido. O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%), organizado na forma de grânulos (PAES, 2006). No endosperma estão também presentes as proteínas de reserva (8%) do tipo prolaminas, chamadas zeínas. Essas proteínas formam os corpos protéicos que compõem a matriz que envolve os grânulos de amido no endosperma principalmente do milho e do sorgo. Com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína, o endosperma é classificado em dois tipos: farináceo e vítreo (PAES, 2006).

A proporção de endosperma vítreo e de farináceo, em relação ao endosperma total, chamada vitreosidade, é o principal fator de definição da textura do grão (SHULL et al., 1990). A vitreosidade está relacionada com a composição química do endosperma (PAIVA et al., 1991) e as principais diferenças químicas relacionam-se à composição proteica (PAIVA et al., 1991; PHILIPPEAU; LANDRY; MICHALET-DOREAU, 2000). Embora os híbridos de milho variem minimamente na quantidade de amido, eles diferem consideravelmente em relação à sua vitreosidade (Bitencourt, 2012; SZASZ et al., 2007). A matriz é esparsa e fragmentada e os grânulos de amido são esferas dispersas no endosperma farináceo, enquanto na região vítrea a matriz proteica é densa e bem desenvolvida e os grânulos de amido são helicoidais e adensados (DAVIDE, 2009; PRATT et al., 1995).

A estrutura física do endosperma depende do tipo de interação entre grânulos de amido e corpos protéicos, tendo as proteínas de reserva um papel importante na textura do grão maduro (DUVICK, 1961). Os corpos protéicos, constituídos principalmente por prolaminas, são responsáveis pela ligação entre o amido e a matriz do endosperma, por sua vez constituída principalmente por glutelinas. Os corpos protéicos são maiores e mais numerosos no endosperma vítreo que no farináceo (WOLF et al., 1952) e possuem maior conteúdo de alfa e gama-zeínas (DOMBRINK-KURTZMAN; BIETZ, 1993; PAIVA et al., 1991). Philippeau, Landry e Michalet-Doreau (2000) reportaram uma correlação positiva entre a quantidade de zeínas (prolaminas) e a vitreosidade do grão determinada por dissecação manual do endosperma.

A estrutura e a composição do amido e sua interação física com a proteína do grão podem alterar sua digestibilidade (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). Assim, a textura do endosperma é capaz de influenciar a degradação ruminal do amido do milho. Na porção farinácea os grânulos de amido estão mais acessíveis ao ataque

enzimático, enquanto no endosperma vítreo a interação com a proteína pode limitar a susceptibilidade do amido a ação da amilase, reduzindo a sua digestibilidade (McALLISTER et al., 1990). Philippeau e Michalet-Doureau (1997) avaliaram a vitreosidade de grãos macios e duros, colhidos em diferentes estágios de maturação, e a degradação ruminal *in situ* do amido de grãos moídos. A vitreosidade dos grãos aumentou com o avanço da maturidade e, independente do genótipo utilizado, explicou 86% da variação em degradabilidade ruminal do amido. A vitreosidade foi significativamente menor no genótipo macio quando comparado ao genótipo de endosperma duro. Os autores concluíram que a degradação ruminal do amido de grãos de milho pode variar em função do genótipo e do ponto de maturação. Da mesma forma, Philippeau et al. (1999) verificaram que variedades de milho macio apresentaram maior degradação ruminal do amido que variedades de milho duro (61,9 vs 46,2%).

O efeito do tipo do endosperma sobre a digestão do amido foi avaliado em vacas leiteiras canuladas no rúmen e duodeno por Taylor e Allen (2005). A vitreosidade (% do endosperma) foi 3,0% para o milho farináceo e 67,2% para o milho vítreo. O tamanho médio de partícula foi 1377 e 1594 μm para os grãos farináceo e vítreo, respectivamente. A digestibilidade ruminal aparente do amido aumentou de 35,0 para 57,0% quando milho de endosperma vítreo foi substituído pelo grão com endosperma farináceo. A digestibilidade pós-ruminal do amido (% do ingerido) foi 56,8% para o endosperma vítreo e 39,3% no farináceo. No entanto, como porcentagem do fluxo de amido para o duodeno, a digestibilidade foi menor para grão vítreo que para o farináceo (83,6 *versus*. 90,8%), indicando que grãos de milho com endosperma vítreo são menos digestíveis tanto no rúmen quanto no intestino.

Ngonyamo-Majee et al. (2008), avaliaram a degradabilidade *in situ* da matéria seca de 31 híbridos de milho diferindo em vitreosidade. Os grãos foram moídos em peneira com crivos de seis mm e incubados por 14 horas em novilhos canulados. Foi observada relação negativa (-0,73) entre a vitreosidade do endosperma e a degradabilidade *in situ* da matéria seca.

Visando aumentar a susceptibilidade da molécula de amido ao ataque enzimático no rúmen e nos intestinos, vários métodos de processamento físicos e químicos podem ser utilizados com resultados positivos em termos de digestibilidade do amido e desempenho animal.

São exemplos de métodos de processamento a seco a moagem fina ou grossa em moinho de martelo e peneira ou em moinhos de rolo (laminação), a extrusão, a micronização, a tostagem e a peletização. São exemplos de métodos de processamento com adição de água a maceração, laminação a vapor, floculação, colheita precoce, reidratação e cozimento a vapor (HALE, 1973). De acordo com Hicks (2012) as razões para processar os grãos são: melhorar a palatabilidade, alterar o tamanho de partícula, aumentar a digestibilidade, alterar a taxa e o sítio de digestão, aumentar a extensão da digestão e facilitar a preservação ou estocagem do alimento.

O processamento do milho expõe os grânulos de amido à digestão (BEAUCHEMIN et al., 1994), inicialmente pelo rompimento do pericarpo que constitui uma barreira física que dificulta o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal (KOTARSKI et al., 1992), formando fissuras, quebrando, ou expandindo o amido, aumentando a área superficial e rompendo ou solubilizando a matriz proteica (MCALLISTER; RIBEIRO, 2013; OWENS; BASALAN, 2013). Métodos de processamento que combinam a redução no tamanho de partícula e adição de umidade são mais efetivos em aumentar a digestão do amido de grãos de cereais (THEURER, 1986).

O método de processamento mais utilizado no Brasil é a moagem em moinho de martelo e peneira ou em moinho de rolo (laminação) do grão de milho, que rompe parcialmente o pericarpo e aumenta a superfície de contato, porém tem pouco impacto na matriz proteica que envolve os grânulos de amido (SANTOS et al, 2013). A contribuição desse método para aumento da digestibilidade do amido no trato digestivo do animal é dependente do grau de redução do tamanho das partículas (CORONA et al., 2005). Dessa forma, a moagem fina apresenta maior redução no tamanho de partícula, maior rompimento do pericarpo e rompimento mais eficiente da matriz proteica, expondo mais os grânulos de amido à digestão no rumen e no intestino que a moagem grosseira (CARARETO et al., 2010).

Considerando que a área de superfície exposta limita a extensão de fermentação, o tamanho de partículas geradas durante o processamento é fator relevante. O tamanho de partícula normalmente é medido com o uso de peneiras que diferem no diâmetro dos furos. Este é obtido através da média do tamanho, ou o diâmetro médio das partículas, sendo este valor calculado a partir de proporções de grãos retidas em peneiras com porosidades específicas (BAKER; HERMAN, 2002).

Entretanto o tamanho de partícula médio por si só, ignorando a distribuição das partículas na peneira, não parece ser um índice adequado para a predição da digestibilidade do amido (OWENS; BASALAN, 2013).

Não há norma oficial para classificar o grau de moagem dos grãos de cereais em função do tamanho de partículas. Litherland (2006) propôs a seguinte norma, com a utilização de sistema com 4 peneiras:

Tabela 2- Classificação do grau de moagem em função do tamanho médio de partículas, segundo Litherland (2006)

PENEIRA	TAMANHO	MILHO
Peneira 1	>4,5 mm	Inteiro ou grosseiro
Peneira 2	>2,2 mm	Quebrado
Peneira 3	>1,1 mm	Moído
Peneira 4	>0,5 mm	Finamente moído
	<0,5 mm	Grau de amido

Quando o milho é fornecido inteiro sem processamento ou laminado, a digestibilidade do amido diminui à medida que passa pelos compartimentos do trato digestivo, ou seja, é maior no rúmen, intermediária no intestino delgado e inferior no intestino grosso. Já os métodos mais intensos de processamento como a ensilagem de grãos úmidos e a floculação aumentam a digestão ruminal do amido em relação aos processamentos a seco, mas aumentam ainda mais a digestão do amido que chega ao intestino delgado. A digestibilidade do amido da silagem de milho úmido e do milho floculado no intestino grosso são muito baixas, em virtude de quase todo o amido digestível desses materiais terem sido digeridos no rúmen e intestino Delgado (OWENS; SUDERLAND, 2006).

A floculação é um processo intenso que exige maior controle de qualidade que outros processamentos como a moagem e a laminação a seco. Neste processo, o grão é exposto ao vapor por 30 a 60 minutos em uma câmara vertical de aço inoxidável. Nesta etapa o grão absorve água até atingir 18 a 20% de umidade. Em seguida é floculado entre os rolos pré-aquecidos e ajustados para se obter a densidade desejada. Os rolos são aquecidos devido à própria passagem dos grãos que foram expostos ao vapor (THEURER et al. 1999; ZINN et al., 2002). Durante a floculação do milho e do sorgo, por ação da temperatura elevada e da umidade,

ocorre a gelatinização do amido, que consiste na ruptura das pontes de hidrogênio intermoleculares e consequente mudança da estrutura nativa da molécula de amido. Também ocorre aumento da área superficial dos grãos sujeita ao ataque microbiano e principalmente, ocorre o rompimento da densa matriz proteica que envolve os grânulos de amido do grão, resultando em maior digestão do amido no trato digestivo dos bovinos (THEURER et al. 1999; ZINN et al., 2002; OWENS; SODERLUND, 2006).

Owens e Soderlund (2006), ao avaliarem amostras de 10 diferentes híbridos comerciais fornecidos laminados, floculado ou na forma de silagem de grão úmido a novilhos, reportaram que a digestibilidade ruminal da matéria seca da dieta foi significativamente alterada pelo método de processamento com uma significativa interação entre híbrido e método de processamento. A digestibilidade do amido no trato total fornecido como milho laminado a seco variou de 89 a 95%, em contrapartida, quando estes híbridos foram fornecidos floculados ou em forma de silagem de grão úmido, a digestibilidade do amido no trato total foi muito alta e teve uma variação muito pequena, de 99 a 100%. Híbridos com maior digestibilidade do amido no trato total tenderam a ser aqueles com menor teor de proteína e menor vitriosidade do amido. Esse aumento na digestibilidade do amido foi maior para os grãos com um valor inicial de digestibilidade baixo.

Ao revisar a literatura Theurer et al. (1999), reportaram aumento na proteína do leite para animais que receberam milho floculado em comparação com o milho laminado a vapor ($1,16$ vs $1,07$ kg.dia⁻¹) devido ao aumento de proteína microbiana gerada no rúmen pela maior disponibilidade de energia proveniente da digestão do amido, aumentando também o aporte de proteína metabolizável que chega à glândula mamária. Houve também aumento na produção de leite ($38,0$ vs $35,8$ kg.dia⁻¹) e queda no teor de gordura ($2,98$ vs $3,11\%$) para os tratamentos floculado e laminado a vapor respectivamente. A queda no teor de gordura do leite de vacas alimentadas com grãos de milho floculado, pode estar relacionada com o aumento na degradação do amido no rúmen e redução do pH ruminal, causando redução na degradação de fibra no rúmen, aumento da produção de ácido propiônico no rúmen ou maior passagem de ácidos graxos de cadeia trans para o intestino.

Em experimento realizado na ESALQ/USP com vacas em início de lactação e pastagem tropical (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) recebendo milho moído fino com ou sem sais de cálcio de óleo de palma e floculado com ou sem sais de

cálcio de óleo de palma, a produção dos animais que receberam o floculado sem SCOP foi 2,3 kg superior aos animais que receberam o milho moído sem SCOP (22,3 vs 20,3 kg.dia⁻¹) (BATISTEL, 2014).

A ensilagem de grãos úmidos, através da colheita precoce do milho é outro método eficiente para otimizar a digestão do amido e melhorar o desempenho animal com redução nos custos de produção (JOBIM et al., 2001). A ensilagem de milho reidratado é também uma alternativa para reduzir os problemas e riscos deparados com a ensilagem de grãos úmidos, como o pequeno período reservado para o ponto de colheita. Com o grão reidratado, o produtor pode programar a produção no momento que desejar e reduzir custos de transporte e armazenamento dos grãos em silos comerciais, já que propicia o armazenamento na fazenda sem a necessidade de investimento em silos graneleiros. Em alguns casos elimina a necessidade de venda do milho produzido na fazenda por ausência de estrutura adequada para armazenamento eficiente dos grãos ao longo do ano (PEREIRA, 2013). Outra vantagem é possibilidade de importação de grãos secos de outras localidades e redução das perdas qualitativas e quantitativas, em função do ataque de insetos e de ratos, que não são detectados na silagem de grãos úmidos em razão da falta de oxigênio e da própria acidez do meio (JOBIM et al., 2003).

Tanto na ensilagem de grãos úmidos quanto na ensilagem de grãos reidratados, o teor de umidade adequado para ensilagem é em torno de 28 a 35% (BENTON et al., 2005; COSTA et al., 1999; HIKS; LAKE 2012). Nos estudos (PHILIPPEAU, 1999) com silagem de grãos úmidos de milho tem sido constatado que há aumento na digestibilidade da matéria orgânica, devido ao aumento na digestão do amido, principal componente do grão. A reidratação também pode ser aplicada de forma eficiente no grão de sorgo, de acordo dados revisados por Brown (2012) para animais de corte, a reidratação e ensilagem do grão de sorgo pode melhorar a eficiência alimentar em 15% comparado com o sorgo laminado a seco.

Segundo Costa et al. (2002), os fatores que determinam o padrão de fermentação durante a ensilagem, intrínsecos ao material ensilado, são representados pelo teor de umidade, teor de carboidratos solúveis e poder tampão. Com relação aos fatores do meio, uma fermentação adequada só é garantida em ambiente de anaerobiose, pela adoção correta das técnicas da ensilagem, tais como o ponto de colheita, tamanho da partícula, rápido carregamento do silo, compactação adequada para expulsão de oxigênio, uso de aditivos, tipo de silo e

eficiência de drenagem de efluentes (OLIVEIRA, 2009). Jobim et al. (1997) também relataram que a composição química da silagem de grãos úmidos de milho pode variar em função do teor de umidade no momento da ensilagem, sendo que teores de umidade acima de 35% favorecem as perdas de MS, podendo alterar significativamente os conteúdos de nitrogênio e de carboidratos solúveis. No entanto, para Siqueira et al. (2005) um dos pontos que normalmente não são observados é a fase de exposição aeróbia. Segundo esses autores, quando as silagens são expostas ao ar, microrganismos oportunistas iniciam atividade metabólica produzindo calor e consumindo nutrientes, e alguns produtos da fermentação passam a ser substrato; microrganismos outrora latentes podem começar a se desenvolver.

É pertinente a consideração do efeito da maturidade e do tamanho de partícula do milho na silagem de grão úmido comparativamente à silagem de grão reidratado. Na silagem de grão úmido, o milho é colhido no estágio de linha negra, quando o endosperma contem menor teor de prolamina e maior digestibilidade que o grão maduro utilizado na silagem de grão reidratado. Entretanto, o alto teor de umidade do grão úmido não permite a adoção de moagem fina, enquanto o tamanho médio de partícula pode ser substancialmente reduzido na silagem de grão maduro reidratado (PEREIRA, 2013).

Apesar de uma comparação direta entre silagem de grão úmido e a de reidratado não ter sido realizada em pesquisa, a experiência tem demonstrado que estes alimentos se comportam de forma similar (PEREIRA, 2013). No caso, a menor digestibilidade do grão maduro comparativamente ao grão na linha negra é compensada pela moagem mais fina do primeiro, resultando em fermentabilidade ruminal aparentemente similar.

Nos trabalhos de metabolismo, o efeito positivo da silagem de grãos úmidos na digestibilidade do amido tem sido demonstrado de forma consistente. A melhora na digestibilidade do amido dos grãos de milho e sorgo ensilados com alta umidade ocorre principalmente devido à solubilização da matriz protéica dos grãos por ação de enzimas proteolíticas microbianas (OWENS; SODERLUND, 2006).

Benton et al. (2005) em trabalho realizado com bovinos confinados, observaram maior digestibilidade da matéria seca e maior degradabilidade de proteína no rúmen para os tratamentos de silagem de grãos úmidos (24 e 30% de umidade) e silagem de grãos de milho reidratados (28 e 35% de umidade), quando comparados com os

tratamentos que receberam grão de milho seco. O maior conteúdo de umidade dos grãos favorece a fermentação acelerando o processo de proteólise, facilitando o ataque enzimático pelas bactérias ruminais (BARON et al., 1986; GALYEAN et. al., 1981; ARRIGONI et. al., 1998), que conseqüentemente, pode promover a elevação no ganho de peso e/ou na eficiência alimentar dos animais (GOODRICH et al., 1975; HENRIQUE et al., 2007; OWENS; BASALAN, 2013).

Andrade Filho et al. (2010), ao avaliarem os efeitos da reidratação e ensilagem na degradabilidade ruminal efetiva da matéria seca de grãos de milho de texturas diferentes, também, reportaram interação entre o tipo de híbrido e a ensilagem, mostrando que a ensilagem favoreceu mais a degradabilidade ruminal dos grãos *flint* (20,3 pontos percentuais) comparados com os grãos dentados (13,9 pontos percentuais).

A fermentabilidade do amido no rúmen pode ser fator determinante no desempenho animal, principalmente em dietas com alta inclusão de fibra oriunda de forrageiras. O aumento da degradabilidade ruminal do amido pode aumentar a síntese de proteína microbiana, a absorção de aminoácidos essenciais pelo trato digestório e a produção de ácidos graxos voláteis, principalmente de ácido propiônico que é o principal precursor gliconeogênico em ruminantes. Além disso, tem sido demonstrado aumento na síntese de glicose pelo fígado, no fluxo de energia para a veia porta e na disponibilidade de aminoácidos para síntese de proteína no leite (THEURER et al., 1999; LOZANO et al., 2000).

Costa et al. (2014) avaliaram o desempenho de vacas leiteiras que consumiram polpa cítrica e dois teores dietéticos de silagem de grão úmido de milho (9% ou 18%). Alto milho diminuiu o teor de gordura do leite de 3,38 para 3,26% ($P=0,04$) e aumentou o teor de proteína de 2,99 para 3,03% ($P=0,05$) e a eficiência alimentar de 1,50 para 1,57kg de leite/kg de consumo ($P=0,03$). Em meta-análise realizada por Ferraretto et al. (2013) avaliando 414 trabalhos, relatou redução no teor de gordura do leite de 3,59% para 3,41% nos animais alimentados com silagem de grão úmido em comparação com milho maduro moído, não foi relatada alteração no teor da proteína do leite.

As características físico-químicas da silagem de grãos úmidos ou de grãos reidratados se altera, de acordo com o período de estocagem (PRIGGE, 1976, BENTON et al. 2005). A quantidade de nitrogênio solúvel está claramente relacionada com umidade e com o tempo de estocagem. O aumento em proteína

solúvel após a ensilagem é um indicador de que a matriz proteica em torno do grânulo de amido continua sendo degradada com períodos maiores de armazenamento (BENTON et al., 2005). No trabalho de Benton et al. (2005) foi comparada silagem de grão úmido de milho com 24 e 30% de umidade e de grão de milho reidratado com 28 e 35% de umidade e a proteína degradável no rúmen aumentou com tempo de ensilagem atingindo valores superiores a 80% quando a estocagem superou os 280 dias, sendo maior para a silagem de grão de milho reidratado com 35% de umidade e menor para silagem de grão úmido com 24% de umidade. Todos os tratamentos foram superiores ao milho moído seco que apresentou valor inferior a 40%.

Reis et al. (2001), avaliaram o uso de grãos de milho com diferentes processamentos (grãos de milho seco, silagem de grãos de milho reidratado e silagem de grãos de milho úmido) sobre o desempenho de cordeiros terminados em confinamento e verificaram que as silagens proporcionaram maior eficiência em ganho de peso, provavelmente em razão de sua maior digestibilidade. Os autores ainda afirmaram que este fato pode ser explicado pela melhor digestibilidade apresentada pelas silagens e que silagem de grão úmido pode ser usada com eficácia em dietas para cordeiros.

Knowlton et al. (1998) avaliaram o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com milho seco moído fino ou laminado e silagem de grãos úmidos de milho moídos finamente ou laminados. A moagem fina do milho seco ou úmido aumentou a produção de leite das vacas em relação à laminação (37,6 e 37,8 kg.dia⁻¹ vs 35,1 vs 35,9 kg.dia⁻¹), mas não houve efeito da ensilagem dos grãos.

Bitencourt (2012) avaliou o efeito da reidratação e ensilagem do milho duro sobre o desempenho de vacas leiteiras. Os tratamentos foram milho moído fino, milho reidratado e ensilado e milho extrusado. Não houve variação significativa na produção de leite, porém a síntese de proteína microbiana foi maior e a teor de nitrogênio ureico no leite foi menor para o tratamento com milho reidratado e ensilado.

Em trabalho realizado por Rezende et al. (2013) comprando o milho reidrato em substituição ao milho fubá com base na matéria seca (MRMS) ou matéria natural (MRMN) para vacas leiteiras 90 dias em lactação e produção diária de 34 kg de leite, relataram redução no consumo de matéria seca nos animais alimentados com milho reidratado e melhor eficiência alimentar baseada no consumo de MS para vacas

alimentadas com (MRMN). A produção e composição do leite não diferiram entre os tratamentos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, em Piracicaba, SP, entre os meses de janeiro a março de 2014.

O presente trabalho foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, protocolo nº 2013-16.

3.1 Período experimental, animais e tratamentos

Foram utilizadas 20 vacas mestiças Holandês x Jersey, provenientes do rebanho leiteiro da ESALQ/USP, no terço médio de lactação (157 dias $\pm$ 24 dias em lactação), produzindo em média 17,15 kg.dia⁻¹ e peso médio de 513,8 Kg, das quais 4 eram canuladas no rúmen.

As vacas foram agrupadas de acordo com produção de leite e dias em lactação e os tratamentos foram distribuídos em 5 quadrados latinos 4x4. O período experimental total teve duração de 64 dias, divididos em quatro subperíodos de 16 dias (11 dias de adaptação + 5 dias de coletas). Foram avaliados quatro tratamentos: T1 – Milho moído; T2 – milho moído reidratado e ensilado; T3 – milho quebrado e reidratado e T4 – Milho floculado (310 g/l).

O fornecimento do concentrado era ajustado de acordo com a produção de leite média de cada quadrado a cada subperíodo, para todos os tratamentos. O concentrado foi fornecido individualmente na relação de 1 kg de MS para cada 3 litros de leite produzido, as 3h30 a.m e 14h00 p.m, antes de cada ordenha.

Os animais foram mantidos em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) e receberam BSTr (somatotropina bovina recombinante) em intervalos de 14 dias.

O milho floculado foi adquirido da empresa Total alimentos em Três corações-MG. O material seco foi entregue no departamento de zootecnia da ESALQ e estocado em barracão coberto e com piso revestido de concreto, sendo a mesma carga utilizada até o final do experimento.

O milho moído, vitreosidade 76,4%, foi processado em moinho de martelo e peneira na Cooperativa dos Plantadores de Cana de Piracicaba. Os grãos foram

moídos em peneiras de 2 e 6 mm com o objetivo de atingir tamanho médio de partículas ao redor de 1,0mm (moído) e 3,0mm (moído quebrado). Toda a carga de milho recebida foi amostrada e a granulometria checada pelo sistema de peneiras. As amostras foram pesadas em porções de 300 g e dispensadas nas peneiras, essas foram movimentadas por agitação manual por um minuto, ao final da agitação o material retido em cada peneira foi pesado em balança digital.

O peso do material retido em cada peneira foi então expresso como percentual do peso total da amostra avaliada. Para obtenção do tamanho médio de partículas foi considerada a média entre as malhas das peneiras, sendo que na malha > 6mm foi utilizado o tamanho médio das partículas retidas com auxílio paquímetro digital obtendo-se 6,07 mm para o milho moído grosso e 8,56 para o milho floculado.

Para o calculo de adição de água para o processo de reidratação foi utilizada a formula de Ferreira (1983), objetivando atingir umidade final de 35%.

$$\Delta H_2O = [MU * \frac{U_f - U_i}{100 - U_i}] / \rho$$

ΔH_2O = volume de água a ser adicionada (litros);

MU= massa do produto úmido (kg);

U_f = umidade final (% na bu);

U_i = Umidade inicial (% na bu);

ρ = Massa especifica da água.

Após a adição de água o material foi ensilado em bobonas plásticas de 200L. O procedimento foi repetido quatro vezes a cada 16 dias para que em todos os períodos os animais recebessem silagem com o mesmo tempo de estocagem (177 dias).

Figura 1- Reidratação e ensilagem do grão de milho

3.2 Manejo da pastagem

A área experimental consistiu de 33 piquetes de 0,2 ha formados com capim elefante (*Pennisetum purpureum*, cv Cameroon). O objetivo era que os animais tivessem acesso aos piquetes quando o dossel forrageiro atingisse 103 cm de altura, correspondentes a 95% de IL (VOLTOLINI et al., 2010) para o capim *Cameroon*. Entretanto, em virtude da baixa precipitação pluviométrica durante o período experimental essa meta não pode ser atingida. O período médio de ocupação, para cada piquete foi de 2,6 dias. Todos os animais pastejaram a mesma área em grupo único até que o dossel atingisse 60 cm de altura. Os pastos foram adubados com 60 kg de N/ha/por ciclo de pastejo, nos períodos com precipitação chuvosa suficiente.

Na tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de solo da área experimental divididas em 3 blocos para análise (A, B e C).

Tabela 3 - Análise do solo da área experimental (0-20cm)

	A	B	C
PH CaCl₂	5,1	5,1	5,8
M.O g dm⁻³	37	44	30
Macronutrientes			
P, mg.dm³	24	27	39
K, mmolc.dm³	4,6	4,3	7,4
Ca, mmolc.dm³	33	28	42
Mg, mmolc.dm³	14	15	22
H + Al, mmolc.dm³	42	42	22
SB, mmolc.dm³	51,6	47,3	71,4
V, %	55	53	76
Micronutrientes			
Cu, mg/dm³	10,9	9,1	6,9
Fe, mg/dm³	36	34	27
Zn, mg/dm³	5,3	5,2	5,5
Mn, mg/dm³	67,2	63,4	34,7
B, mg/dm³	1,56	1,39	1,14

M.O: Matéria orgânica; P: fósforo; K: potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; H + Al: hidrogênio + alumínio; SB: soma de bases; V: saturação de bases; Cu: cobre; Fe: ferro; Zn: zinco; Mn: manganês; B: boro.

3.3 Medições do pasto e coleta de amostras de forragem e do concentrado

A altura média do dossel foi medida em cada piquete previamente a entrada do lote e posteriormente a sua saída em 20 pontos, traçando quatro linhas imaginárias paralelas e equidistantes com a amostragem feita em cinco pontos dentro de cada linha de forma a cobrir todo piquete (figura 2). As massas de forragem pré e pós-pastejo foram determinadas de modo destrutivo, cortando a planta a cinco centímetros do solo, em quatro pontos por piquete. A moldura utilizada na coleta apresentava dimensões de 1,5 m x 0,75 m. As amostras foram coletadas duas vezes por semana durante todo período experimental.

Figura 2- Medição da altura do pasto pré e pós-pastejo

As amostras colhidas foram compostas, pesadas *in natura* e uma sub-amostra de aproximadamente 700g retirada para a determinação do teor de MS da planta, em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Uma segunda sub-amostra foi tomada para a determinação da composição morfológica do dossel (Figura 3), sendo separada em lâmina foliar, colmo (bainha + colmo) e material senescido (considerando folha e colmo com mais de 50% da área seca). Quando separados os materiais foram secos em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas pesados e calculadas as proporções de cada fração na MS total, tanto para o material coletado pré-pastejo quanto pós-pastejo.

Figura 3- composição morfológica do dossel

A composição bromatológica da forragem foi determinada a partir de amostras do estrato pastejável colhidas em 20 pontos nos mesmos piquetes onde amostrados para a composição morfológica, duas vezes por semana. As amostras foram secas, como descrito acima, moídas em moinho tipo Willey em peneira de 1 mm e mantidas em recipiente plástico vedado em temperatura ambiente até a realização da determinação da composição química.

Os ingredientes dos concentrados foram coletados semanalmente, armazenados e congelados em freezer a -18°C e ao final de cada período moídos em moinho tipo Willey em peneira de 1mm, compostos por período e armazenados em potes plásticos vedados em temperatura ambiente para posteriores análises laboratoriais.

3.4 Produção e composição do leite

A produção de leite foi mensurada por meio de medidores do tipo “Mark 5” em dias alternados da semana durante a ordenha (4h00 e 14h30). Para determinação da composição do leite foram coletadas amostras de leite semanalmente em tubo coletor plástico de 100 ml contendo 2-bromo 2-nitropropano-1-3-diol no período da manhã e da tarde, homogeneizadas e enviadas para análise na Clínica do leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP para os seguintes componentes: gordura, proteína, caseína, lactose e nitrogênio ureico pelo processo de infravermelho; contagem de células somáticas pelo processo de citometria de fluxo.

A produção de leite corrigida pra 3.5% de gordura (PLCG 3.5%) foi calculada pela formula descrita por Bremmer et al., (1997):

$$PLCG = ((0,4324 \times PL \text{ (Kg)}) + (16,216 \times \text{produção de gordura (Kg)})$$

3.5 Pesagem dos animais, escore de condição corporal (ECC) e comportamento animal

As vacas foram pesadas e sua condição corporal mensurada (WILDMAN et al., 1982), sempre pela mesma pessoa, no primeiro e no 14º dia de cada subperíodo experimental, após a ordenha da manhã. O método de Wildman et al. (1982) sugere que dentro do universo de animais a serem analisados sejam eleitos o mais obeso e

o mais magro e a estes atribui-se o menor e o maior valor de escore, respectivamente, para um lote. No entanto, para a avaliação evolutiva do ECC dos animais em quadrado latino, tomou-se como base para avaliação, ao final do subperíodo, a condição do mesmo animal, quando do início do subperíodo. Assim cada animal tem seu ECC relacionado ao tratamento no referido subperíodo.

As avaliações do comportamento animal (pastejo, ruminação, ócio e outros) de cada animal durante o período experimental foram feitas visualmente no último dia de cada subperíodo durante 24 h, com intervalos de 10 minutos entre as visualizações. Nos momentos em que os animais estavam a caminho da sala de ordenha ou do piquete e durante a ordenha não foram feitas tais observações, todos os animais retornavam ao piquete ao mesmo tempo e dispunham do mesmo tempo para consumo dos concentrados.

3.6 Variáveis sanguíneas

No 15º dia de cada subperíodo de coleta foram coletadas amostras de sangue, 4 horas após o fornecimento matinal do concentrado. O sangue foi retirado por meio de punção na veia coccígea em tubos com vácuo contendo heparina (glicose) e EDTA (N ureico), e centrifugado a 3200 RPM por 15 minutos. O plasma obtido foi armazenado em *ependorfs* a -18°C para posteriores análises.

A determinação da glicose plasmática foi realizada a partir do kit comercial glicose enzimática líquida (ref. A- Doles) por espectrofotometria, com filtro de absorbância de 510 nanômetros (nm). Conforme o manual de instruções de uso do fabricante.

A determinação da ureia plasmática foi realizada a partir do método enzimático colorimétrico a partir do kit comercial enzimático Ureia CE (ref. 27-LABTEST diagnóstica S.A.) por espectrofotometria, com filtro de absorbância 600 nm. Conforme o manual de instruções de uso do fabricante.

3.7 Excreção fecal e consumo

O consumo de pasto foi estimado através do fornecimento do marcador externo dióxido de titânio. Péletes de 10g foram fornecidos durante as ordenhas totalizando 20g diárias durante todo período experimental. A coleta de fezes foi

realizada nos últimos 5 dias de cada subperíodo antes de cada ordenha e as amostras foram congeladas imediatamente a -18°C . Ao final do subperíodo de coleta as amostras foram compostas por animal e por subperíodo, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas e moídas em moinho tipo Willey a 1mm, armazenadas em potes plásticos vedados para posteriores análises, sendo uma subamostra utilizada para determinações químicas e calculo de digestibilidade e outra subamostra destinada a análise de titânio e calculo de consumo.

A análise do titânio nas fezes foi realizada no laboratório de tecidos vegetais do Departamento de ciência do solos da ESALQ/USP. Para determinação do titânio foi empregada a metodologia descrita por Myers et al. (2004), em que as amostras de fezes foram digeridas em ácido sulfúrico e, realizada a leitura em espectrofotômetro UV a 410 nm, usando uma curva de calibração com concentração conhecida de titânio para interpolação dos dados.

A determinação da indigestibilidade, necessária para o calculo de consumo foi estimada através do FDNi (fibra em detergente neutro indigestível). As amostras de fezes, concentrado e forragem foram acondicionadas em saquinhos de TNT em triplicata para os ingredientes e duplicata para as fezes e incubadas no rúmen de dois bois fistulados por 240 horas (CASALI et al., 2008). A incubação foi seguida de lavagem em água corrente até total clareamento do resíduo seguida pela análise do FDN no aparelho Ankon (100°C por uma hora). Ao fim da análise os saquinhos foram lavados em água quente cinco vezes e uma vez em acetona, secos em estufa por 12 horas, o resíduo foi considerado FDNi. O conteúdo de FDNi da forragem e concentrado foi dividido pelo FDNi das fezes para a determinação da indigestibilidade.

A excreção fecal foi calculada conforme a formula abaixo:

$$\text{EF (kg dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Quantidade do marcador administrado}}{\text{Concentração do marcador nas fezes}}$$

A contribuição fecal proveniente do concentrado foi determinada como sendo a quantidade de concentrado oferecida multiplicada por sua indigestibilidade. Do valor obtido de EF foi descontada a contribuição do concentrado e o valor obtido foi

dividido pela indigestibilidade da forragem. Sendo assim o consumo de pasto foi calculado:

$$\text{Consumo de pasto} = \frac{EF - EF \text{ concentrado}}{\text{Indigestibilidade do capim}}$$

3.8 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas no laboratório de bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada e moídas a 1mm como descrito anteriormente. A determinação da matéria seca definitiva da forragem e dos ingredientes do concentrado foi feita em estufa a 105°C por 24 horas, seguida pela determinação das cinzas por combustão a 600°C por 4 horas, AOAC (1990). Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados de acordo com Van Soest et al. (1991). As determinações da FDN e FDA foram feitas em saquinhos de TNT, no equipamento ANKOM Fiber Analyser (ANKOM® Technology Corporation, Fairport, NY), para a FDN foi adicionado sulfito de sódio e amilase termoestável e na determinação de lignina foi utilizado ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 72%. O teor de extrato etéreo foi determinado de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (1990). A determinação do teor de N foi obtida por condutividade térmica utilizando-se o equipamento Leco®, modelo FP-528 (Leco Corporation, Michigan, USA) de acordo com Sweeney (1989).

A digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e EE presentes na dieta foram estimadas utilizando os valores individuais de consumo, excreção fecal calculada a partir da utilização do indicador dióxido de titânio e da concentração dos nutrientes (CN) nos alimentos e nas fezes, conforme a equação apresentada abaixo:

$$\text{DAN (\%)} = \frac{(\text{Consumo} \times \text{CN}) - (\text{Excreção fecal} \times \text{CN})}{(\text{Consumo} \times \text{CN})} \times 100$$

3.9 Consumo de energia, energia secretada no leite e eficiência:

O NDT foi calculado a partir da equação de Weiss et al. (1992), utilizando os valores de composição química dos alimentos e a digestibilidade aparente dos nutrientes.

O consumo de energia líquida de lactação foi obtido por meio do consumo de forragem e de concentrado multiplicado pelo valor de ELL do concentrado e forragem. Todos os valores de ELL foram obtidos com equação do NRC (2001).

Para o cálculo de ELL por Kg de leite, foi adotada a equação do NRC (2001):

$$ELL \text{ (Mcal)} = (0,0929 \times \text{gordura \%}) + (0,0563 \times \text{proteína \%}) + (0,0395 \times \text{Lactose\%})$$

A quantidade de ELL secretada por dia no leite foi calculada usando a equação acima multiplicada pelo volume de leite produzido. A energia do ganho foi calculada usando o ganho de peso vazio (peso corporal x 0,817) e multiplicando por 5,62 Mcal/Kg, de acordo com o NRC (2001). A energia líquida para manutenção foi calculada como diferença entre o consumo de ELL e a ELL secretada no leite e no ganho.

A eficiência do uso de energia foi calculada dividindo-se a ELL secretada no leite pelo consumo de ELL. A eficiência de produção foi calculada como a soma da ELL secretada no leite mais a ELL de ganho, e posteriormente dividindo pela ELL consumida.

3.10 Variáveis ruminais

Para análise das variáveis ruminais foram utilizadas as quatro vacas canuladas no rúmen como descrito anteriormente.

A coleta do líquido ruminal foi feita com auxílio de cano pvc com perfuração na extremidade. As amostras foram coletadas no dia 15º nos tempos 0, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18 e 24 horas (BRODERICK; REYNAL, 2009). Imediatamente após a coleta as amostras foram filtradas em camada dupla de tecido de algodão e o valor de PH foi mensurado em potenciômetro digital. Após a leitura uma alíquota 50 ml do líquido foi acidificada com ácido sulfúrico 50% (BRODERICK; REYNAL, 2009) para avaliação

de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) e outra alíquota de 50 ml não acidificada foi retirada para análise de AGV. As amostras foram armazenadas a -18°C .

As concentrações dos AGCC foram determinadas por cromatografia líquida-gasosa segundo Erwin et al. (1961), e a concentração de N-NH_3 foi determinada conforme método de Chaney e Marback (1962).

3.11 Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED do SAS (SAS, 2002). Para análise das variáveis de desempenho o modelo incluiu os efeitos fixos de quadrado Latino, período e tratamento, e o efeito aleatório de vaca dentro de quadrado Latino. Os parâmetros ruminais (mensurados mais de uma vez em cada período) foram analisados como medidas repetidas, considerando os efeitos fixos de período, tratamento, tempo e tratamento $\times$ tempo, e o efeito aleatório de vaca. A interação vaca $\times$ tratamento foi adotada como termo de erro para testar o efeito de tratamento. Foram testadas as seguintes estruturas de covariância: componentes de variância, simetria composta, auto regressiva de primeira ordem e não estruturada (Littell et al., 1998). Adotou-se a estrutura com menor valor para o Critério de Informação de Akaike (AIC). Os graus de liberdade para efeito de tratamento foram particionados em contrastes ortogonais com 1 grau de liberdade, para avaliar os seguintes grupos de médias: 1) MM vs. (RM e RQ), 2) Floc vs. MM e 3) RM vs. RQ.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição e tamanho médio de partícula do milho são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Tamanho médio de partícula e distribuição na peneira

Peneira	Diâmetro	MM (%)	RM (%)	RQ (%)	Floc (%)
1	> 6	-	-	13,20	45,83
2	6,0	1,00	0,13	18,75	33,32
3	3,5	19,40	18,55	31,28	13,21
4	2,0	27,38	39,00	17,72	3,37
5	Fundo	52,30	42,32	19,05	4,42
¹ TMP (mm)		1,35	1,41	2,95	5,95

¹ Tamanho médio de partícula.

O tamanho médio de partículas foi 1,35; 1,41; 2,95 e 5,95 mm para o MM (milho moído), RM (milho reidratado moído), RQ (milho reidratado quebrado) e Floc (milho floculado) respectivamente. Os TMPs do MM e do RM ficaram acima do planejado por limitações do moinho da indústria fornecedora, ao passo que para o RQ e Floc os TMPs ficaram dentro do planejado. Para vacas leiteiras a moagem mais fina tem sido recomendada com o objetivo de otimizar a digestão do amido no trato digestivo total e a produção de leite (YU et al., 1998; KNOWLTOWN et al., 1996). No trabalho de Yu et al. (1998) a moagem fina do milho (TMP = 1,18) resultou em maior digestibilidade do amido no trato digestivo total (95,8 vs. 87,4%) em comparação com a moagem grosseira (TMP=2,42). Knowlton et al. (1996) também relataram maior digestibilidade do amido no trato digestivo total de vacas leiteiras quando o milho foi moído fino (TMP = 0,8mm) em comparação com o milho quebrado (TMP = 3mm).

Não apenas o TMP é importante mas também a distribuição do tamanho de partículas (OWENS; SUDERLAND, 2006) . O ideal é que a maioria das partículas TMP o mais próximo possível da meta, ou seja que haja uniformidade do material. Entretanto, a moagem em moinho de martelo e peneiras dificilmente permite que

isso ocorra, gerando material moído de forma não uniforme conforme pode ser observado na Tabela 3. Para o milho moído (MM) e milho moído reidratado (RM) as partículas se concentraram nas peneiras 4 e 5, para a silagem de grão de milho quebrado reidratado (RQ) a maior parte ficou na peneira 3.

Os dois extremos da faixa de tamanho de partículas são preocupantes. Partículas com tamanho muito pequeno tem uma área de superfície muito grande exposta ao ataque microbiano, de modo que a proporção de partículas muito finas poderia ser usada com um índice do potencial que uma amostra apresenta para causar acidose ruminal. Por outro lado, partículas grosseiras ou grandes têm menor área de superfície exposta e portanto são digeridas mais lentamente e em menor proporção quando o tempo de permanência no rúmen é limitado. A maioria das medidas feitas em estudos *in vitro* e *in situ* têm evidenciado que o amido de partículas mais grosseiras é digerido mais lentamente e em menor extensão quando exposto ao fluído ruminal (OWENS; BASALAN, 2012). Baseado nestas observações, o tamanho médio de partícula por si só, ignorando a distribuição das partículas, pode não ser um índice adequado para a predição da digestibilidade do amido.

Diferente do moinho de martelo e peneiras, o moinho de rolo ou laminador contém um, dois ou três pares de rolos corrugados, que são responsáveis pela laminação do material. Os sistemas são todos de baixa rotação e os rolos entram em contato com os grãos apenas uma vez, resultando em partículas mais homogêneas do que nos moinhos de “martelos”. Segundo Mendes e Mendo (2009) com o uso de rolos ao invés de martelos, há redução no consumo de energia de aproximadamente 90% por tonelada de grão processado. Entretanto, o moinho de rolo normalmente produz um grão moído mais grosseiramente que o moinho de martelo.

Na Tabela 5 são apresentadas as composições químicas da forragem e dos concentrados fornecidos e na Tabela 6 são apresentados os índices meteorológicos.

Tabela 5- Composição química do estrato pastejado e concentrado fornecido aos animais

Ingredientes	Forragem		Concentrado		
		MM	RM	RQ	Floc
Milho		82,07	82,07	82,07	82,07
Farelo de soja		11,01	11,01	11,01	11,01
Bicarbonato		1,91	1,91	1,91	1,91
Mineral		5,01	5,01	5,01	5,01
Total		100	100	100	100
Composição química					
MS (%)	21,7	86,86	70,33	71,01	87,06
PB (%)	19,84	14,10	13,81	14,05	13,28
EE (%)	3,01	4,08	3,80	3,93	3,08
FDN (%)	61,7	10,76	9,22	9,86	12,88
FDA (%)	31,88	2,98	2,58	2,86	3,6
Lignina (%)	5,11	0,3	0,18	0,14	0,46
Cinzas (%)	10,79	1,87	1,98	1,9	1,92

MM: Milho moído; RM: Milho moído reidratado e ensilado; RQ: Milho quebrado reidratado e ensilado; Floc: milho floculado; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido.

Tabela 6- Índices meteorológicos do período experimental

	1º período	2º período	3º período	4º período	Média
T Média, °C	26,1	28,0	25,9	24,7	26,2
T Min., °C	20,2	20,8	20,2	20,7	20,2
UR Média	85,3	70,2	79,1	91,0	81,4
Prec., mm	2,91	0,48	2,01	8,86	3,6

Tmédia= temperatura média; T Min.= temperatura mínima; UR média = umidade relativa; Prec.= precipitação. Bando de dados do posto meteorológicos de Piracicaba, Campus Luiz de Queiroz de Piracicaba, SP, Departamento de Engenharia de Biossistemas.

Figura 4- Balanço hídrico (mm) para região de Piracicaba do ano de 2014

A composição química dos concentrados ficou dentro do planejado e as variações nas concentrações de nutrientes não comprometeram as comparações entre os tratamentos.

A composição química da forragem foi afetada pelas condições climáticas vigentes durante o período experimental (Figura 4). A baixa precipitação pluviométrica limitou o crescimento da gramínea. O teor de PB da forragem foi elevado primeiramente em virtude da adubação nitrogenada, mas a falta de chuva contribuiu para teores de PB mais elevados que historicamente observado na área (DANÉS, 2010; CHAGAS, 2011, MACEDO, 2012; SOUZA, 2014; BATISTEL, 2014). O teor de lignina da forragem de 5,11% é elevado para pastos tropicais bem manejados (DANÉS, 2010; CHAGAS, 2011, MACEDO, 2012; SOUZA, 2014; BATISTEL, 2014) e pode ter sido ocasionado pela limitação de água na planta e aumento da presença de material senescente no estrato pastejável.

Lawlor (2002) destaca que os principais fatores abióticos limitantes da produtividade das culturas são: seca, salinidade, baixas e altas temperaturas, enchentes, poluentes e excesso de radiação. Para Reddy et al.(2004), seca é o principal entrave da produtividade agrícola mundial.

Adaptações morfológicas, fisiológicas e até anatômicas são mecanismos que as plantas podem desenvolver quando estão sob deficiência

hídrica (LARCHER, 2004). Segundo o autor, a deficiência hídrica reduz a turgescência celular e, com a progressiva desidratação do protoplasma, aumenta a concentração do conteúdo celular. Em geral, todos os processos vitais são afetados pelo decréscimo do potencial hídrico, comprometendo o crescimento da planta, uma vez que a primeira resposta ao déficit hídrico é a diminuição do turgor e, conseqüentemente, redução do crescimento (LARCHER, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Mueller e Orloff (1994) afirmam que, em geral, déficit hídrico retarda o desenvolvimento da planta pela diminuição da fotossíntese, limita o crescimento pela redução da umidade do solo. Segundo os autores, com déficit hídrico moderado, o crescimento do caule é mais afetado que a área foliar, proporcionando uma melhor relação folha/caule. Este fato faz com que a planta apresente maior teor de proteína e menor quantidade de fibras. Entretanto, se o déficit hídrico for severo, ocasiona redução de folhas, de caules e na qualidade da forragem.

Figura 5- condição de um dos piquetes no período experimental

A forma de amostragens das plantas forrageiras para análises bromatológicas tem influencia direta sobre os resultados. Se a amostragem é feita da planta inteira, ou seja, com cortes próximos ao solo, os resultados normalmente mostram teores elevados de FDN e baixos de PB (JOHNSON et al., 2001). Quando

a amostragem é realizada simulando o pastejo realizado pelos animais, os resultados são mais próximos da composição da forragem efetivamente consumida, situação que evidencia a capacidade dos animais em selecionar as melhores partes, com teores menores de FDN e maiores de PB. A idade da planta é outro fator que influencia negativamente sua qualidade, já que a participação da lignina aumenta na estrutura da planta com o seu avanço (NUSSIO, De CAMPOS, De LIMA, 2006).

O suprimento de forragem tem se configurado como um dos maiores desafios ao desenvolvimento de sistemas integrados de planejamento e apoio à tomada de decisão, em sistemas pastoris tropicais (TONATO et. al.,2010), visto sua vulnerabilidade às alterações climáticas. O capim elefante foi caracterizado em 1983 por Alcântara e Bufarah, onde as variáveis meteorológicas ideais para seu desenvolvimento são temperatura média de 24°C (18 a 30°C) e pluviosidade variando de 800 a 4000 mm ao longo do ano.

De acordo com os dados meteorológicos da Tabela 6, fica evidente que a pluviosidade média de apenas 3,6 mm mensais durante o período experimental, restringiu o crescimento da planta forrageira. De acordo com o banco de dados do posto meteorológico a precipitação média dos meses de janeiro, fevereiro e março de 2013 foram: 232,3; 114,3 e 141,5 milímetros.

As medidas de produção e morfologia do capim elefante estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7- Características estruturais e composição morfológica da pastagem durante o período experimental

Item	Pré-pastejo		Pós-pastejo	
	Média	EPM	Média	EPM
Altura (cm)	93,5	4,3	52,3	2,7
Massa de forragem (Kg MS ha ⁻¹)	4805,2	732,0	2579,1	288,7
Folha (%)	44,3	3,0	13,5	1,6
Colmo (%)	33,2	1,5	34,4	2,3
Senescente (%)	22,6	2,6	52,1	3,5
Folha : Colmo	1,3	0,1	0,4	0,04
Densidade volumétrica (Kg MS ha cm ⁻¹)	49,9	6,7	51,2	7,5
Massa de folha (Kg MS ha ⁻¹)	2128,6	412,4	347,3	53,6
Massa de colmo (Kg MS ha ⁻¹)	1593,2	228,7	887,6	94,2

A altura média dos pastos no pré-pastejo foi de 93,49 ($\pm$ 4,26 cm), abaixo da preconizada por Voltolini et. al. (2010) de 103 cm de altura para o capim cameroon (correspondente à 95% de IL), em virtude da baixa pluviosidade que limitou o crescimento da forrageira. A altura de saída foi de 52,32 cm ($\pm$ 2,65 cm).

A massa de folhas pré-pastejo foi de 2128,64 Kg MS ha⁻¹ e considerando o período de ocupação de 2,6 dias e área ocupada por piquete de 0,2 ha, a oferta foi de 8,19 kg MS animal dia⁻¹. Esse valor indica que o a condição da pastagem não oferecia oferta adequada de folhas. Oferta de forragem 2 a 3 vezes superiores ao consumo são sugeridos para maximizar o desempenho animal (HODGSON, 1990; BARGO et al., 2003).

A massa de forragem no pré e pós-pastejo foram respectivamente 4805,24 e 2579,10 Kg MS ha⁻¹. Considerando o desaparecimento de forragem de 2226,14 Kg MS ha⁻¹, área de 0,2 ha e 20 animais no piquete houve desaparecimento médio por piquete de 445,22 Kg MS há⁻¹ e 8,56 Kg MS vaca dia⁻¹. O consumo de pasto foi de 6,82Kg MS vaca dia⁻¹ (Tabela 8) que dividido pela oferta de massa de forragem de 8,56 kg de MS gerou eficiência de pastejo de 79,67 %. Este valor está acima do encontrado em experimentos anteriores de 54,9% (SOUZA, 2014) e 45,7% (BATISTEL, 2014). Esta diferença possivelmente é devido aos valores baixos de massa de forragem encontrados neste experimento de 4805,24 Kg MS ha⁻¹ vs 10738 Kg MS ha⁻¹ (BATISTEL, 2014) e a baixa densidade da mesma de

49,92 Kg MS ha cm⁻¹. A baixa densidade do pasto limita a ingestão de forragem (BARGO et al., 2003). O rebaixamento do dossel forrageiro foi de 44% da altura de entrada e segundo Mezzalira (2012), valores superiores a 40% de rebaixamento reduzem o consumo significativamente por limitações comportamentais.

Na Tabela 8 são apresentados os dados de consumo e digestibilidade dos nutrientes.

Tabela 8 - Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de vacas recebendo suplementação com milho moído fino (MF), silagem de milho moído fino reidratado (RF), silagem de milho moído grosso reidratado (RG) e milho floculado (Floc)

Item	Tratamentos				EPM	Valor P		
	MM	RM	RQ	Floc		MM vs RI ¹	Floc vs MM	RM vs RQ
CMS (kg)	11,31	11,09	11,10	10,97	0,29	0,44	0,29	0,97
CMS (% PV)	2,24	2,15	2,13	2,14	0,14	-	-	-
CMS p (Kg/dia)	6,98	6,81	6,82	6,65	0,26	0,49	0,24	0,95
CMS c (Kg/dia)	4,33	4,28	4,28	4,32	0,08	0,63	0,92	1,00
DMS (%)	73,18	73,16	72,47	74,27	0,54	0,56	0,14	0,33
DMO (%)	75,16	75,29	74,38	76,13	0,54	0,59	0,17	0,18
DPB (%)	76,06	76,60	76,14	75,97	0,54	0,60	0,90	0,50
DEE (%)	84,50	84,54	84,02	84,29	0,54	0,73	0,78	0,47
DFDN (%)	61,20	60,16	60,28	62,84	0,58	0,15	0,04	0,88
DCNF (%)	95,49	95,92	93,59	95,53	0,51	0,24	0,95	0,002
NDT (%)	71,23	71,20	70,45	71,71	0,51	0,47	0,47	0,24

CMS: Consumo de matéria seca ; CMS c : CMS de concentrado; CMS p: CMS de pasto ; DMS: digestibilidade da matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DEE: digestibilidade do extrato etéreo; DFDN: digestibilidade da FDN; DCNF: digestibilidade do carboidrato não fibroso; ¹RI: tratamento com milho reidratado.

O consumo de matéria seca (CMS) não diferiu entre os tratamentos, não concordando com os resultados encontrados na meta-análise feita por Ferraretto et al. (2013), onde os autores avaliaram 414 tratamentos oriundos de 102 artigos publicados entre 2000 e 2011, e relataram redução no consumo de $1,2 \text{ Kg dia}^{-1}$ para os animais recebendo silagem de grão úmido em comparação aos que receberam milho laminado ($22,4$ vs $23,6 \text{ Kg dia}^{-1}$). A redução no consumo pode ser atribuído à rápida taxa de fermentação da silagem de grãos disponibilizando maior aporte energético ao animal, em contrapartida pode também ocasionar acidose subclínica. A ausência de diferença de consumo no presente experimento pode ser devido a pequena quantidade de concentrado fornecida, ajustado de acordo com a produção de leite ($3,3 : 1$), de $4,33$; $4,33$ e $4,28 \text{ Kg dia}^{-1}$ para os tratamentos milho moído, floculado e silagens respectivamente.

Com relação ao milho floculado, Therurer et al. (1999) relataram que a floculação do milho ou do sorgo não afetam o consumo de MS de vacas leiteiras em comparação com o milho laminado a seco. Batistel (2014) também não observou diferença em CMS de vacas leiteiras mantidas em pastagem de capim elefante, quando suplementadas com 9 kg de MS de concentrado contendo milho moído fino ou milho floculado.

O método de processamento de grãos não afetou a digestibilidade da MS, da MO, da PB, do EE e o NDT das dietas. A moagem mais fina do milho aumentou a digestibilidade dos CNF em comparação à moagem grosseira nos materiais ensilados enquanto a floculação aumentou a digestibilidade da FDN.

No tocante à digestibilidade de nutrientes o efeito mais marcante da ensilagem de grãos reidratados e da floculação é o aumento da digestibilidade do amido (OWENS; BASALAN, 2012). Loubbe et al. (2009), relatam maior digestibilidade da MO para o grão de milho reidratado quando comparado com o milho laminado (80 vs $76,9\%$). No armazenamento de milho por ensilagem ocorre proteólise como resultado do processo fermentativo, o que reduz o teor de prolamina e a presença da matriz proteica, facilitando o acesso microbiano ao granulo de amido do endosperma (PEREIRA et al., 2013). A floculação do milho rompe as principais barreiras que limitam a digestão do amido (pericarpo e matriz proteica) e aumentam a sua digestibilidade ruminal, pós-ruminal e no trato total (OWENS; SODERLUND, 2006). Firkins et al. (2001) relataram melhor DMO para as silagens de grão úmido quando comparadas com milho moído seco ou floculado. No presente

estudo a digestibilidade dos CNF, representados nas dietas principalmente pelo amido, não foi aumentada pelo processamento úmido do milho, seja a reconstituição seja a floculação. A provável explicação para o fato é o baixo consumo de amido pelas vacas em virtude do baixo consumo de concentrado (4,3 kg de MS/vaca/dia) determinado pela produção de leite das vacas. O consumo médio de amido das vacas foi ao redor de apenas 2,5 kg/vaca/dia. A digestibilidade do amido no trato digestivo total foi ao redor de 95,6% para o MM, RM e Floc. Por outro lado, Batistel (2014) reportou que para vacas mantidas em pastagens consumindo 9 kg de MS de concentrado com alto teor de milho, a floculação aumentou significativamente a digestibilidade dos CNF (88,65% x 84,72%) e a do amido (96,45 x 90,45%).

Os maiores determinantes da digestibilidade do amido do milho são o tamanho de partícula do grão, o teor de umidade e a vitreosidade do endosperma. Estes fatores são considerados pelo sistema de avaliação de grãos da Universidade do Wisconsin (HOFFMAN; SHAVER, 2009), proposto como uma ferramenta para classificar grãos de milho quando ao seu potencial digestível (PEREIRA et. al. 2013). No presente estudo a moagem grosseira do milho reconstituído teve efeito negativo na digestibilidade dos CNF, corroborando a recomendação de Pereira et al. (2013) quanto à moagem fina do milho a ser reidratado e ensilado.

A digestibilidade da FDN (DFDN) foi maior para o milho floculado em comparação com o milho moído seco ou ensilado. Resultado semelhante foi relatado por Ferraretto et al. (2013), onde o floculado apresentou DFDN maior que a silagem de grão úmido (44,6% vs. 42,2 %, $P = 0,02$). No mesmo trabalho Ferraretto et. al. (2013) afirmam que a DFDN ruminal é reduzida em 0,61% e a DFDN no trato total em 0,48% quando se eleva em uma unidade percentual o conteúdo de amido da dieta, talvez em virtude da redução do PH ruminal (KRAUSE; OETZEL, 2006). Porém, Hoover (1986) citado por Plascencia e Zinn (1996), afirmam que a redução da digestibilidade da FDN no rúmen, associada com o aumento de substratos rapidamente fermentáveis pode ocorrer sem que haja alteração no PH, este processo é denominado "Efeito carboidrato". O amido de milho ensilado úmido apresenta taxa e extensão de digestão ruminais maiores que do milho floculado (OWENS; SUDERLAND, 2006) o que pode explicar a menor digestão da FDN nas dietas RM e RQ.

Na Tabela 9 são apresentados os dados de comportamento ingestivo das vacas.

Tabela 9 - Comportamento nutrientes de vacas recebendo suplementação com milho moído fino (MF), silagem de milho moído fino reidratado (RF), silagem de milho moído grosso reidratado (RG) e milho floculado (Floc)

Item	Tratamentos				EPM	Valor <i>P</i>		
	MM	RM	RQ	Floc		MM vs RI ¹	Floc vs MM	RM vs RQ
Ruminação (min)	434,90	433,18	458,41	443,57	10,88	0,35	0,52	0,06
Pastejo (min)	381,38	388,86	361,12	359,60	14,06	0,67	0,21	0,10
Ócio (min)	370,00	365,27	365,20	383,32	18,76	0,79	0,52	1,00
Mastigação (min/dia)	815,70	821,46	820,78	803,96	18,65	0,75	0,56	0,97
Mastigação/CMS (min/kg MS)	74,58	76,52	76,88	77,58	3,30	0,54	0,46	0,93
Mastigação/CFDN (min/kg MS)	175,65	186,74	185,73	185,65	9,30	0,25	0,35	0,92

¹RI: tratamento com milho reidratado

De modo geral, os métodos de processamento do milho não afetaram o comportamento ingestivo das vacas, provavelmente em virtude do consumo baixo de concentrado condicionado pela baixa produção das vacas no terço médio de lactação. Aspectos do pasto, como oferta de forragem, estrutura do dossel forrageiro e qualidade da forragem têm impacto significativo no comportamento ingestivo de bovinos em pastagens (SANTOS et al., 2014) e provavelmente maior que os possíveis efeitos do processamento de grãos de cereais.

Houve tendência da moagem grosseira do milho aumentar o tempo de ruminação em comparação com a moagem fina. Oba e Allen, (2003) observaram que vacas consumindo milho moído tiveram maior consumo por refeição comparativamente com as alimentadas com silagem de grão úmido. O maior tempo gasto para ruminação pode ser devido ao maior tamanho de partícula do tratamento RQ. Portanto, provavelmente o tempo de retenção ruminal pode ser superior ou apresentar maior capacidade de estimular a mastigação, visto que partículas com

maior densidade e menor tamanho de partículas têm maior taxa de passagem (ALLEN, 2000).

O tempo de pastejo no presente estudo foi maior que o relatado por Batistel (2014) na mesma área com vacas produzindo maior quantidade de leite e consumindo maior quantidade de forragem. Esse fato corrobora a colocação que houve restrição na oferta de forragem para os animais, que tentaram compensar o fato com maior tempo de pastejo.

O tempo de mastigação tem sido uma das medidas mais estudadas e utilizadas para avaliar a efetividade da fibra por causa dos efeitos que ela tem sobre a secreção de saliva, processo de trituração de alimentos, consumo de matéria seca, função ruminal (pH e perfil de AGCC) e porcentagem de gordura no leite (COLENBRANDER et al., 1991). Armentano e Pereira (1997) calcularam coeficientes de correlação de 0,63 e 0,81 para relação entre FDNf (% da MS) e medidas da atividade de mastigação (min/dia e min/kg de MS, respectivamente). Mertens (1997) sugeriu que para manutenção da gordura do leite em 3,6% é necessário alcançar um tempo relacionado à atividade de mastigação de 744 minutos/dia ou 36,1 minutos/kg de MS. Com base nesta análise os dados apresentados na tabela 9, sugerem que a fibra fisicamente efetiva contida na dieta foi suficiente para estimular a mastigação e manter o teor de gordura do leite.

Na Tabela 10 são apresentados os dados de produção e composição do leite.

Tabela 10 - Desempenho de vacas leiteiras recebendo suplementação com milho moído fino (MF), silagem de milho moído fino reidratado (RF), silagem de milho moído grosso reidratado (RG) e milho floculado (Floc)

Item	Tratamentos				EPM	Valor <i>P</i>		
	MM	RM	RQ	Floc		MM vs RI ¹	Floc vs MM	RM vs RG
CMS (kg)	11,31	11,09	11,10	10,97	0,29	0,44	0,29	0,97
Leite (kg/d)	13,09	13,41	13,22	13,67	0,52	0,63	0,30	0,71
Leite 3,5%G (kg/d)	13,00	13,25	13,30	13,48	0,58	0,58	0,42	0,93
Gordura (%)	3,52	3,54	3,66	3,48	0,11	0,38	0,66	0,21
Gordura (kg)	0,45	0,46	0,47	0,47	0,02	0,57	0,53	0,73
Proteína (%)	3,46	3,42	3,47	3,54	0,11	0,78	0,18	0,39
Proteína (kg)	0,44	0,44	0,44	0,47	0,02	0,91	0,19	0,82
ESD (%)	8,75	8,68	8,79	8,82	0,12	0,83	0,22	0,07
Lactose (%)	4,35	4,32	4,38	4,36	0,07	0,96	0,85	0,10
Caseína (%)	2,67	2,64	2,68	2,74	0,09	0,86	0,15	0,41
N-uréico, mg/dL	11,26	10,33	11,01	9,80	0,36	0,06	0,0003	0,06
ST (%)	12,41	12,22	12,49	12,29	0,21	0,72	0,50	0,11
CCS	198,0	194,0	200,9	248,0	60,13	-	-	-
Log CCS	2,01	1,96	2,02	2,03	0,1	0,72	0,63	0,34

¹RI: tratamento com milho reidratado

A produção de leite não diferiu entre os tratamentos, com produção média de 13,35 Kg dia⁻¹. Bitencourt (2012) avaliou o efeito da reidratação e ensilagem de milho duro sobre o desempenho de vacas leiteiras. Os tratamentos foram: milho finamente moído, milho reidratado e ensilado, ou milho extrusado. O milho foi moído em peneira de crivo de 2 mm e a silagem apresentou teor de umidade de 43,7% e a produção de leite não diferiu entre os tratamentos com média por vaca de 33,3 Kg dia⁻¹. Por outro lado, Batistel (2014) reportou aumento significativo na produção de leite de vacas mantidas em pastagens quando o milho floculado foi comparado com o milho moído. Assim como discutido anteriormente, a baixa produção de leite das vacas, o consumo baixo de concentrado, a ausência de diferença na digestibilidade de CNF e no consumo de NDT são coerentes com a ausência de efeito do processamento de milho na produção de leite.

De modo geral a composição do leite não foi afetada pelos tratamentos testados, exceto o teor de NUL. Tanto a floculação quanto a reidratação do milho moído tenderam a reduzir o teor de NUL. Esse fato sugere maior disponibilidade de energia no rúmen em virtude de maior quantidade de carboidrato fermentável. Delahoy et. al. (2002) utilizando 28 vacas lactantes mantidas em pastagem (*Dactylis glomerata* L.) recebendo suplementação com milho moído ou milho floculado, relataram redução no NUL (14,8 vs 16,3 mg dl⁻¹) para os animais que receberam milho floculado, sugerindo melhora na utilização do nitrogênio. Batistel (2014) reportou redução do teor de NUL quando o milho foi floculado. Entretanto, no presente estudo os dados de digestibilidade de CNF no trato total não diferiram entre os tratamentos.

Tabela 11 - Peso corporal, escore de condição corporal e partição energética de vacas leiteiras recebendo suplementação com milho moído fino (MF), silagem de milho moído fino reidratado (RF), silagem de milho moído grosso reidratado (RG) e milho floculado (Floc)

Item	Tratamentos				EPM	Valor <i>P</i>		
	MM	RM	RQ	Floc		MM vs RI ¹	Floc vs MM	RM vs RQ
Peso vivo (Kg)	505,9	515,7	520,0	513,8	14,43	0,05	0,27	0,53
ECC	2,79	2,82	2,83	2,76	0,05	0,27	0,49	0,68
Var ECC	-0,06	0,02	0,02	-0,02	0,03	0,05	0,43	1,00
ELm	8,52	8,64	8,69	8,62	0,18	0,06	0,26	0,55
EL_L	8,89	9,00	9,05	9,26	0,40	0,70	0,37	0,91
Consumo EL_L	17,39	17,07	16,89	16,92	0,40	0,36	0,37	0,71
Bal EL_L	-0,19	-0,58	-0,86	-0,96	0,44	0,09	0,07	0,57
EL dieta	1,54	1,53	1,51	1,55	0,015	0,44	0,64	0,31
EL leite (Mcal/Kg)	0,69	0,69	0,70	0,69	0,015	0,40	0,90	0,09
EL/CMS	0,78	0,80	0,82	0,85	0,041	0,41	0,10	0,58

¹ Pv: peso vivo; Var peso vivo: variação do peso vivo; ECC: escore de condição corporal; Var ECC: variação do ECC; ELm: energia líquida de manutenção; EL leite: energia líquida secretada no leite; EL_L: energia líquida para lactação; Bal EL_L: balanço de energia líquida; ¹RI: tratamento com milho reidratado.

Não houve efeito significativo dos tratamentos no ECC médio das vacas e na partição de energia, mas houve tendência de variação positiva no ECC das vacas alimentadas com milho reidratado em comparação à vacas alimentadas como milho seco.

Em todos os tratamentos os animais estiveram em balanço energético negativo. Este resultado é provavelmente devido às condições climáticas, que como descrito anteriormente afetaram o consumo de forragem e consequentemente a produção de leite. O fornecimento do concentrado foi de acordo com a produção o consumo total foi em média 11,12 Kg de MS dia⁻¹, 2,16% do peso corporal (PC). Na compilação realizada por Santos et al. (2003) foi constatado que o CMS de vacas mantidas em pastagens tropicais variou de 6,3 a 14,8 kg de MS dia⁻¹, ou média de 2,37% do PC. As pastagens, principalmente as de clima tropical não atendem às exigências nutricionais das vacas em lactação para altas produções, podendo resultar na mobilização excessiva de reservas energéticas corporais para garantir a

produção de leite (BARGO et al., 2003). A energia é o principal limitante a produção de leite e a suplementação estratégica é necessária para obter-se níveis maiores de produção (NRC 2001; SANTOS et al., 2005). Dessa forma a suplementação energética fornecida neste experimento não foi suficiente para atender a demanda energética do animal que provavelmente não responderam à aplicação do BStr.

Na tabela 12 estão apresentados os dados do metabolismo ruminal.

Tabela 12 - PH ruminal, ácido graxos de cadeia curta e N NH₃ de vacas leiteiras recebendo suplementação com milho moído (MM), silagem de milho moído reidratado (RM), silagem de milho quebrado reidratado (RQ) e milho floculado (Floc)

Item	Tratamentos				EPM	Valor P		
	MM	RM	RQ	Floc		MM vs RI ¹	Floc vs MM	RM vs RQ
C2 mmol/ml	61,41	65,27	65,68	67,32	2,78	0,16	0,07	0,88
C3 mmol/ml	17,28	17,42	17,42	18,91	0,99	0,89	0,14	1,00
C4 mmol/ml	1,31	1,37	1,37	1,41	0,08	0,61	0,38	0,98
IC4 mmol/ml	5,79	5,46	5,51	5,59	0,63	0,69	0,82	0,95
C5 mmol/ml	0,93	1,02	0,93	0,97	0,09	0,65	0,72	0,35
IC5 mmol/ml	1,20	1,38	1,33	1,26	0,15	0,24	0,65	0,72
Total	87,83	91,91	92,24	95,48	4,27	0,34	0,13	0,94
C2/C3	3,68	3,80	3,80	3,62	0,11	0,12	0,52	0,98
N NH ₃	4,83	4,39	4,86	4,07	0,79	0,84	0,50	0,64
PH	6,26	6,19	6,20	6,16	0,06	0,24	0,11	0,74

¹RI: tratamento com milho reidratado.

Não houve efeito do processamento do milho nos parâmetros ruminais avaliados. Esse fato está de acordo com a ausência de efeito do processamento na digestão de CNF e no teor de NDT das dietas. Aumento na produção de propionato, redução na concentração de N-NH₃ e no pH ruminal são respostas típicas em vacas alimentadas com dietas com maior concentração de carboidratos fermentáveis (PLASCENCIA; ZINN, 1996; JOY et al., 1997; KNOWLTON et al. 1998; FIRKINS et al., 2001) o que não ocorreu no presente estudo.

Plascencia e Zinn (1996) avaliando milho floculado e milho laminado não relataram diferença no PH ruminal, resultado semelhante foi descrito por

Oliveira et. al. (1993) onde, não houve variação do PH quando se utilizou sorgo laminado ou floculado. Joy et.al. (1997), utilizando vacas holandesas no terço médio da lactação recebendo milho floculado com diferentes densidades (0,39 Kg/L e 0,31 Kg/L) e milho laminado relataram maior concentração de propionato para o milho floculado com densidade de 0,31Kg L⁻¹ quando comparado ao milho laminado (ML) (20,38 vs. 18,46 mmol ml⁻¹). No mesmo trabalho a relação acetato: propionato foi maior para o milho laminado (3,6 vs 3,17 mmol ml⁻¹).

Luebbe et al. (2009) comparando três diferentes híbridos de milho laminados ou reidratado e ensilado com 28% de umidade e 120 dias de estocagem, em novilhos , não observaram alteração do PH para os processamentos, porem a produção de ácidos graxos de cadeia curta diferiu entre os híbridos e entre os processamentos. Para dois dos três híbridos testados a produção de propionato foi maior para a silagem de milho reidratado.

O isobutírico e o isovalérico são fatores de crescimento de vários microrganismos ruminais, que os utilizam na síntese de ácidos graxos e até mesmo aminoácidos (VAN SOEST, 1994). Suas concentrações não diferiram no presente estudo.

Na Tabela 13 são apresentados os dados de parâmetros sanguíneos.

Tabela 13 - Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras recebendo suplementação com milho moído (MM), silagem de milho moído reidratado (RM), silagem de milho quebrado (RQ) e milho floculado (Floc)

Item	Tratamentos				EPM	Valor P		
	MM	RM	RQ	Floc		MM vs RI ¹	Floc vs MM	RM vs RQ
Glicose	80,92	76,99	78,67	78,40	4,03	0,52	0,65	0,76
N ureico	13,80	13,51	13,21	12,41	0,66	0,59	0,15	0,75

¹RI: tratamento com milho reidratado.

A glicose plasmática e o nitrogênio ureico plasmático (NUP) não diferiram entre os tratamentos avaliados. Resultado semelhante foi descrito por Delahoy et al. (2003), onde não foi relatado diferença no NUP em vacas lactantes recebendo milho moído ou floculado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para vacas em pastagens no terço médio de lactação, produzindo ao redor de 13 kg de leite/dia e consumindo doses baixas de concentrado, o processamento úmido do milho, na forma de reidratação ou floculação não melhoram o desempenho animal em comparação com a moagem a seco.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. 2 ed. São Paulo: Editora Nobel, 1983. 150p.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.
- ANDRADE FILHO, R.; REIS, R. B.; PEREIRA, M. N.; ANTENOR, M. Degradabilidade ruminal *in situ* de grãos de milho maduros do tipo *flint* ou dentado, secos ou reconstituídos e ensilados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010.p.47.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, p.1416-1425, 1997.
- ARRIGONI, M.D.B.; VIEIRA, P. F.; SILVEIRA, A. C.; FURLAN, L. R.; COSTA, C.; CHARDULO, L. A. L.; CURTI, P. R. Estudos dos efeitos da restrição alimentar no desempenho de bovinos jovens confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.987-992, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12nd ed. Washington, 1990. 1094p.
- BAKER, S.; HERMAN, T. 2002. **Evaluating particle size**. Kansas State:University, 2002. Publication MF-2051. Disponível em: <http://www.ksre.ksu.edu/library/grsci2/mf2051.pdf>, acesso em: 15 jun. 2014.
- BARGO, J.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S.; DELAHOY, J.E. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, n.1, p.1-42, 2003.
- BARON, V.S.; STEVENSON, K.R.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Proteolysis and fermentation of grain-corn ensiled at several moisture levels and under several simulated storage methods. **Canadian Journal of animal science**, Ottawa, v. 66, n. 2, p. 451-461, June 1986.
- BATISTEL, F. **Processamento do milho *Flint* associado a suplementação de gordura sobre o metabolismo e desempenho de vacas em pastagem tropical**. 2014. 141p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- BEAUACHEMIN, K.A.; McALLISTER, T.A.; DONG, Y.; FARR, B; I.; CHENG, K.J. Effect of mastication on digestion of whole cereal grain by cattle, **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p. 236-246, 1994.
- BENTON, J.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.R. 2005. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Reports**, Nebraska, v. 151, p. 31-33, 2005.

BITENCOURT, L.L. **Respostas de vacas leiteiras à substituição de milho moído por milho rehidratado e ensilado ou melaço de soja**. 2012. 131p. Tese de (Doutorado na área de Nutrição e Produção de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, 2012.

BREMMER, D.R.; OVERTON, T.R.; CLARK, J.H. Production and composition of milk from Jersey cows administered bovine somatotropin and fed ruminally protected amino acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.7, p.1374-1380, 1997.

BRODERICK, G.A.; REYNAL, S.M. Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, p.2822-2834, 2009.

BROWN, M.S. Reconstitution and High-Moisture Ensiling of Grain Sorghum for Growing and Finishing Cattle. In: SYMPOSIUM ON BEEF CATTLE, 7., 2012, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2012. p. 145.

CAMARGO, A.C. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1996. p.437.

CARARETO, R.; SANTOS, F.A.P.; MOURÃO, G.B.; PEDROSO, A.M.; SITTA, C.; ANGOLINI, W.; CORREA, B. In: EFFECT OF LEVELS OF FIBER AND CORN GRAIN PROCESSING IN DIETS FOR FINISHING ZEBU CATTLE, 2010 Denver. **Proceedings...** Denver, , 2010. p. 155.

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; SILVA S.C.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; NABINGER, C.; AMARAL, M. F.; CARASSAI, I.J.; MARTINS, R.S.; GENRO, T. C.M.; GONÇALVES, E.N.; AMARAL, G.A.; GONDA, H.L.; POLI, C.H.E.C.; SANTOS, D.T. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastejo rotativo. In: SILVA CARNEIRO DA SILVA, CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA, JOSÉ CARLOS DE MOURA, VIDAL PEDROSO DE FARIA (Org.). **Intensificação de sistemas de produção animal em pasto**. Piracicaba: FEALQ, 2009. p.61-94.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influence of incubation time and particles size on indigestible compounds contents in cattle feeds and feces obtained by in situ procedures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 335–342, 2008.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 8, p. 130-132, 1962.

CHAGAS, L.J. **Teor de proteína no concentrado de vacas no terço inicial da lactação, mantidas em pasto de capim elefante**. 2011. 81p. . Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

COLENBRANDER, V.F.; NOLLER, C.H.; GRANT, R.J. Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 2681-2681, 1991.

CORONA, L.; RODRIGUEZ, S.; WARE, R.A.; ZINN, R.A. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle. **Professional Animal Scientist**, Nebraska, v.21, p.200-206, 2005.

CORSI, M. Potencial das pastagens para a produção de leite. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). **Bovinocultura leiteira: Fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, , 1986. p. 147-154.

COSTA, C.; ARRIGONI, M.B.; SILVEIRA, A.C.; CHARDULO, L.A.L. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.69-87.

COSTA, C.; ARRIGONI, M.D.B.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N. Desempenho de bovinos superprecoces alimentados com silagem de milho ou feno de aveia e grãos de milho ensilados ou secos. **Acta Scientiarum of Animal Science**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1175-1183, 2002.

COSTA, F.M.J; DIAS JÚNIOR, G.S.; ZACARONI, O.F.; SANTOS, J.F.; PEREIRA R.A.N.; PEREIRA, M.N. Silagem de grãos úmidos de milho de textura dura ou macia em dietas com polpa cítrica para vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.1, p.203-210, 2014.

COWAN, R.T. Milk production from grazing systems in the Northern Australia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996. p.41-49.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SILVA, G.H. Milho – Cultivares para 2011/2012. <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php> . 2012 Acesso em: 23 nov. 2014.

DANÉS, M.A.C. **Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante**. 2010.120p . Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006. p. 1-42.

DAVID, M.C. **Controle genético de caracteres associados à dureza dos grãos e à degradabilidade ruminal de milhos tropicais**. 2009. 88p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade federal de Lavras, Lavras, 2009.

DAVISON, T.M.; JARRET, W.D.; CLARK, R. Effect of level of meat-and-bone meal and pasture type on milk yield and composition of cows grazing tropical pastures. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v.30, p. 451 455, 1990.

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

DELAHOY, J.E.; MULLER, L.D.; BARGO, F. ; CASSIDY, T.W.; HOLDEN, L. A. 2003. Supplemental carbohydrate sources for lactating dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, p.906-915, 2003.

DEMARQUILLY, C. 1996. Quelles Méthodes - Pour quells objectifs? In: THE COLLOQUE MAÏS ENSILAGE, 1996. Nantes **Proceedings...** Nantes, France, 1996.p. 87-91.

DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças holandês x zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 197-204, 2001.

DERESZ, F.. Produção de leite de vacas mestiças holandês x zebu em pastagem de capim-elefante, com e sem suplementação de concentrado durante a época das chuvas. **Revista brasileira de zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 197-204, 2001.

DOMBRINK-KURTZMAN, M.A.; BIETZ, J.A. Zein composition in hard and soft endosperm of maize. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 70, n. 1, p. 105-108, mar. 1993.

DUVICK, D.N. Proyein granules of maize cells. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 5, p. 1337-1348, 1961.

FERRARETTO, L.F.; CRUMP, P.M.; SHAVER, R.D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.96, p. 533-550, 2013.

FERREIRA, W.A. Armazenamento de grãos de cereais. In: CEREDA, M. P.; SANCHES, L. (Ed.). **Manual de armazenamento e embalagens de produtos agropecuários**. Botucatu: FEPAF. UNESP.1983. p. 96-128.

FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L. ; ST-PIERRE, N.R. ;NOFTSGER, S.M.2001. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign. 79(E. Suppl.):p.218-E238, 2001.

GALYEAN, M.L.; WAGNER, D.G.;OWENS, F.N. 1981. Dry matter and starch disappearance of corn and sorghum as influenced by particle size and processing. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, p.1804-1812, 1981.

GALYEAN, M.L.;WAGNER, D.G.; OWENS, F.N. 1981. Dry matter and starch disappearance of corn and sorghum as influenced by particle size and processing. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, p. 1804-1812, 1981.

GOMIDE, J.A.; WENDLING, I.J.; BRAS, S.P.; QUADROS, H.B. citar todos . Consumo e Produção de Leite de Vacas Mestiças em Pastagem de *Brachiaria decumbens* Manejada sob Duas Ofertas Diárias de Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p.1194-1199, 2001.

GONZALEZ-RONQUILLO, M.; BALCELLS, J.; GUARDA, J.A.; VICENTE, F. Purine derivative excretion in dairy cows: endogenous excretion and the effect of exogenous nucleic acid supply. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, n.4, p.1286-1291, 2003.

GOODRICH, R.D.; BYERS, F.M.; MEISKE, J.C. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. **Journal of Animal Science**, champaign, v. 41, p. 876-881, 1975.

GOUVEA, V.N.; CHAGAS, L.J.; SOUZA, J.; BATISTEL, F.; SITTA, C.; CAMPANILLI, P.R.B.; GALVANI, D.B.; SANTOS, F.A. P. Flint corn grain processing and increasing levels of citrus pulp in finishing diets for Nellore bulls. **Proceedings...**Phoenix, 2012.p.712.

HALE, W.H. Influence of processing of the utilization of grains (starch) by ruminants. Tucson. **Journal of Animal Science**, Albany, v.37, n.4, p.1075-1083, 1973.

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

HICKS, B.R.; Grão de milho reconstituído. In: SYMPOSIUM ON BEEF CATTLE, 7., 2012, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2012.p.57.

HICKS, B.R.; LAKE R.P. High moisture corn: receiving, processing, storage, and inventory control at hitch In: SYMPOSIUM ON BEEF CATTLE, 7. 2012, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2012. p.79.

HODGSON, J. **Grazing management**: science into practice. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990. 213p.

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

HOFFMAN, P.C.; SHAVER, R.D. UW-Feed Grain Evaluation System. Disponível em: <http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/WisconsinFGES.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2014.

HOOVER, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, p.2755, 1986.

HUNTINGTON, G.B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.66, p.35, 1994.

JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F.; SANTOS, G.T. 2003. High moisture corn silage In: dairy cattle feeding. of the symposium goiano on management and nutrition beef cattle and milk, 2003. Goiania **Proceedings...** Goiania, GO, 2003.p.357-376.

JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: CCA/UEM/DZO, 2001. p.146-176.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, , 2001. p.912-927.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A; 1997. Evaluation of the silage of high-moisture corn grain. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 311-315, 1997.

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. **Journal of Animal Science**, Albany, v.79, n.9, 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. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2087-2097, 1997.

KNOWLTON, K.F.; GLENN, B.P.; ERDMAN, R.A. Performance, ruminal fermentation and site of starch digestion in early lactation cows feed corn grain harvest and processed differently. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p.1972-1984, 1998.

KOTARSKI, S.F.; WANISHA, R.D.; THUR, K.K. Starch hydrolysis by ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.122, p.178-219, 1992.

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

KRISHNAMOORTHY, U.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.V.; VAN SOEST, P.J. Borate phosphate procedure as detailed in nitrogen fractions in selected feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 65, p. 217-225, 1982.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531p.

LAWLOR, D.W. Limitation to photosynthesis in leaves water-stressed: stomata vs. metabolism and the role of ATP. **Annals of Botany**, Oxford, v. 89, p.871-885, 2002.

LAZZARI, F.A.; LAZZARI, S.M.N. 2001. Health aspects of grain silage moisture corn. In:PROCEEDINGS OF THE GRAIN SILAGE MOISTURE CORN.2001.Curitiba. **Proceedings...** Curitiba, PR, Brasil, 2001.p75.

LITHERLAND, N.B. Adequacy of processing adjustment factors (PAF's) and intake discounts for dairy cows. Invited Presentation. In: Oklahoma cattle grain processing symposium, 2006. Oklahoma, **Proceedings...**Oklahoma, 2006. p. 110-116.

LOPES, A.B.C.; BIAGGIONI, M.A.M.; BERTO, D.A.; SARTORI, J. R.; BOFF, C. E. 2005. Reconstituting methods of humid for dried grains and chemical composition of moisture corn silage. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.21, p.95-101, 2005.

LUEBBE, M. K.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; FITHIAN, W. A. 2009. Influence of corn hybrid traits and processing method on nutrient digestibility. *The Professional Animal Scientist*, V. 25, p.496–509.

LOZANO, O.; THEURER, C.B.; ALIO, A.; HUBER, J.T.; DELGADO-ELORDUY, A.; CUNEO, P.; DEYONG, D.; SADIK, M.; SWINGLE, R.S. 2000. Net absorption and hepatic metabolism of glucose, L-lactate, and volatile fatty acids by steers fed diets containing sorghum grain processed as dry-rolled or steam-flaked at different densities. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, p.1364-1371, 2000.

MACEDO, F.L. **Doses de concentrado com ou sem gordura inerte na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais**. 2012. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

McALLISTER, T.A.; RODE, L.M.; MAJOR, D.J.; CHENG, K.J.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n.2, p. 571-579, June 1990.

McALLISTER, T.A.; RIBEIRO, G. Microbial strategies in the ruminal digestion of starch. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51., 2013 Aracaju. **Anais....** Aracaju, 2013.p.75.

MENDES, J.L.; MENDO, C. Conheça process milling, 2009. Disponível em: <http://www.mendesemendo.com.br/process/manual.pdf> . Acesso em: 19 nov.2014.

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

MEZZALANA, J.C. **Taxa de ingestão potencial em pastejo**: um estudo contrastando pastos em clima temperado e tropical. 2012.168p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012.

MORAN, J.P.; WEINBERG, G.; ASHBELL, Y.H.; OWEN, T.R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...**Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth 1996. p. 162-163.

MUELLER, S.C.; ORLOFF, S.B. Environmental factor affecting forage quality. In: Alfalfa. Proceedings...Davies: University of California. 1994. Disponível em: <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1994/94-56.pdf> Acesso em: 14 dez.2014.

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V.; HESS, B.W. Technical note: a procedure for preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, New York, v. 82, p. 179-193, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2001. 408p.

NENNICH, T.D.; HARRISON, J.H.; Van WIERRINGEN, L.M.; St-PIERRE, N.R.; KINCAID, R.L.; WATTIAUX, M.A.; DAVIDSON, D.L.; BLOCK, E. Prediction and evaluation of urine and urinary nitrogen and mineral excretion from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, p.353-364, 2006.

NGONYAMO-MAJEE, D.; SHAVER, R.D.; COORS, J.G.; SAPIENZA, D.; CORREA, C.E.S.; LAUER, J.G.; BERZAGHI, P. Relationship between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm: II., ruminal and post-ruminal degradabilities. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 142, n. 3/4, p. 259-274, may 2008.

NUSSIO, L.G.; De CAMPOS, F.P.; De LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, A.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 183-228.

OBA, M.; ALLEN, M.S. Dose-response effects on intraruminal infusion of propionate on feeding behavior of lactation cows in early or midlactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n.9, p. 2922-2931, Sept. 2003.

OLIVEIRA, V.R. **Avaliação e utilização de silagem de grão úmido de milho sobre o desempenho e características de carcaça de caprinos**. 2009. 135p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2009.

OLIVERA, J.S.; HUBER, J.T. BEN-GHEDALIA, D. SWINGLE, R.S. THEURER, C.B. PESSARAKLI, M. 1993. Influence of sorghum grain processing on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, p.575, 1993.

OWENS, F.; BASALAN, M. Grain processing: gain and efficiency responses by feedlot cattle. In: PLAINS NUTRITION COUNCIL SPRING CONFERENCE, 2013. Amarillo **Proceedings...** Amarillo, 2013. p.76-100.

OWENS, F.N.; BASALAN, M. Limites da digestão ruminal de pós-ruminal do amido e eficiência energética. In: SYMPOSIUM ON BEEF CATTLE, 7., 2012, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2012. p.1.

OWENS, F.N.; SODERLUND, S. ruminal and postruminal starch digestion by cattle. In: CATTLE GRAIN PROCESSING SYMPOSIUM, 2006, Tulsa. **Anais...** Tulsa: Oklahoma State University, 2006. p. 116-128.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A. Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 21. 2005, Tucson. **Proceeding...** Tucson: SNC, 2005. p. 86-112.

- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, p.1634-1648, 1986.
- PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.6p.; (Circular técnica, 75),
- PAIVA, E. KRIZ, A.L.; PEIXOTO, M.J.V.VD.; WALLACE, J.C.; LARKINS, B.A. Quantitation and distribution of Y-Zein in the endosperm of maize kernels. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 68, n.3, p.276-279, Mar. 1991.
- PEREIRA, M.N.; PEREIRA, R.A.N. Processamento de Milho Por Re-hidratação e Ensilagem. In: ENCONTRO CONFINAMENTO GESTÃO TÉCNICA E ECONÔMICA, 8., 2013. Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto: Coan Consultoria., 2013.15p.
- PEREIRA, M.L.R. **Degradabilidade ruminal *in vitro* de grão reidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias**. 2012; 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiânia, 2012.
- PERES, M.S. **Processamento de grãos de milho do tipo flint ou duro e adequação protéica em rações para bovinos em terminação - desempenho animal e digestibilidade do amido**, 2011.90 p.Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- PHILIPPEAU, C.; LANDRY, J.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. **Journal of Science Food Agricultural**, Nova Jersey, v.80, p. 404-408, 2000.
- PHILIPPEAU, C.; LE DESCHAULT; DE MONREDON, F.; MICHALET-DOREAU, B. 1999. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, p. 238-243, 1999.
- PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOUREAU, B. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 68, n.1, p. 25-35, Feb. 1997.
- PHILLIP, L. E.; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 10, p. 3178-3187, 1992.
- PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth. In: silage.2. Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 46, n. 3, p. 301-312, 1991.
- PLASCENCIA, A.; ZINN, R.A. Influence of flake density on the feeding value of steam-processed corn in diets for lactating cows. **Journal of Animal Science**, Albany, v.74, 310-316, 1996.

PRATT, R.C.; PAULIS, J.W.; MILLER, K.; NELSEN, T.; BIETZ, J.A. Association of zein classes with maize kernel hardness. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, V. 72, n.1, p. 162-167, Feb. 1995.

PRIGGE, E.C.; JOHNSON, R.R.; OWENS, F.N.; WILLIAMS, D.E. Utilization of nitrogen from ground high moisture and dry corn by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, p.705, 1976.

REDDY, A.R.; CHAITANYA, K.V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v.161, p. 1189–1202, 2004.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.2, p.596-603, 2001. RESENDE, T.L.; MENDES, I.A.P.; MOURA, A.M.; FARIA, W.G.; dos ANJOS, G. V.S.; LIBOREIRO, D.N.; SATURNINO, H.M.; Consumo e digestibilidade aparente de dietas de vacas leiteiras contendo grão de milho moído reidratado em substituição ao milho seco moído do concentrado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 12., 2013. Rondônia. **Anais...** Porto Velho, Rondônia, 2013.p 57.

RESENDE, T.L.; MENDES, I.A.P.; MOURA, A.M.; FARIA, W.G.; dos ANJOS, G. V.S.; LIBOREIRO, D.N.; SATURNINO, H.M.; Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo grão de milho moído reidratado em substituição ao milho seco moído do concentrado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 12., 2013. Rondônia. **Anais...** Porto Velho, Rondônia, 2013.p 65.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factores affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, Nov. 1986.

SANTOS, F.A.P.; DANÉS, M.A.C.; MACEDO, F.L.; CHAGAS, L.J. Manejo alimentar de vacas em lactação em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 9., 2011, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 119-158.

SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: FONTANELLI, R.R.; DÜRR, J.W. (Coord.). **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo 2000. 22-36p.

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V.; NUSSIO, C.M.B.; Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.; MARTINEZ, J.C. 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.

SHULL, J.M.; CHANDRASHEKAR, A.; KIRLEIS, A.W.; EJETA, G. Development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) endosperm in varieties of varying hardness. **Food Structure**, Chicago, v. 9, n.3, p. 253-267, Mar. 1990.

SILVA, C.V.; LANA, R.P.; CAMPOS, J.M.S.; QUEIROZ, A.C.; LEÃO, M.I.; ABREU, D.C. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1372-1380, 2009.

SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção. In REIS, R.A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Ed.). **Simpósio sobre volumosos na produção de ruminantes**, Jaboticabal: FUNEP, 2005. p. 25-60.

SWEENEY, R.A. Generic combustion method for determination of crude protein in feeds. **Journal of Official Analytical Chemists**, San Diego, v.72, p.770-774, 1989.

SZASZ, J.I.; HUNT, C.W.; SZASZ, P.A.; WEBER, R.A.; OWENS, F.N.; KEZAR, W.; TURGEON, O.A. Influence of endosperm vitreousness and kernel moisture at harvest on site and extent of digestion of high-moisture corn by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 9, p. 2214-2221, sept. 2007.

SOUZA, J. **Fontes de gordura alteram o metabolismo de vacas mantidas em pastagens tropicais**. 2014.164p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER. **Plant Physiology**. California: Redwood City,: The Benjamin/Cummings Publishing 1991.690,p.

TAYLOR, C.C.; ALLEN, M.S. Corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage: site of digestion and ruminal digestion kinetics in lactating cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, n. 4, p 1413-1424, April, 2005.

THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v.63, p.1649-1662, 1986.

THEURER, C.B.; HUBER, J.T.; DELGADO-ELORDUY, A.; WANDERLEY, R. Invited review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.82, p.1950-1959, 1999.

TONATO, F.; BARIONI, L.G.; PEDREIRA, C.G.S.; DANTAS, O.D.; MALAQUIAS, J.V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, no.5, p522-529. May 2010.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINES, J.C.; CLARINDO, R. L.; PENATI, M. A.; IMAIZUMI, H.; Características produtivas e qualitativas do capim elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 1002-1010, 2010.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; St-PIERRE, N.R. A theoretically- based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.39, p.95-110, 1992.

WILDMAN, E.E.; JONES, J.E.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUTT, H.F.; LESCH, T.N. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 65, p.495-501, 1982.

WOLF, M.J.; Buzan, C.L.; MacMasters, M.M.; Rist, C.E. Structure of the mature corn kernel: III., microscopic structure of the endosperm af dent corn. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, p. 349-361, 1952.

YU, P.; HUBER, J.T.; SANTOS, F.A.P.; SIMAS, J.M.; THEURER, C.B. Effects of ground, steam-flaked, and steamrolled corn grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.81, n.3, p. 777-783, 1998.

ZINN, R.A.; OWENS, F.A.; WARE, R.A.; Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n 5, p 1145-1156, May 2002.

ZINN, R.A.; OWENS, F.N. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.66, p.157-166, 1986.

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