

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO NA
ALIMENTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA**

PEDRO PERSICHETTI JUNIOR

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre.

Agosto – 2009

Botucatu - SP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO NA
ALIMENTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA**

PEDRO PERSICHETTI JUNIOR
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Cíniro Costa
Co-orientador: Prof. Dr. Gercílio Alves de Almeida Júnior

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre.

Agosto – 2009
Botucatu – SP

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Persichetti Junior, Pedro, 1981-
P466v Valor nutritivo da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de vacas da raça holandesa / Pedro Persichetti Junior. - Botucatu : [s.n.], 2009.
vi, 42 f.: gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009

Orientador: Ciniro Costa

Co-orientador: Gercílio Alves de Almeida Júnior

Inclui bibliografia.

1. Silagem de grãos úmidos de milho. 2. Digestibilidade. 3. Vacas holandesas. 4. Amido. 5. Processamento. I. Costa, Ciniro. II. Almeida Júnior, Gercílio Alves de. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Pedro Persichetti e Lucia Ciardi Persichetti pelo incentivo e dedicação na minha formação pessoal e profissional.

As minhas irmãs; Kátia, Débora e Luciana pela preciosa contribuição e apoio para que o irmão caçula alcançasse seus objetivos.

As minhas sobrinhas, Giovanna, Pietra, Beatriz, Helena e Laís por me motivarem e fazerem parte da minha vida.

A minha companheira, namorada e amiga Samira Rodrigues Baldin pela compreensão e carinho.

"Todo idealista é um homem qualitativo; possui um sentido das diferenças que lhe permite distinguir entre o mau, que observa, e o melhor, que imagina. Os homens sem ideais são quantitativos; podem apreciar o mais e o menos, mas nunca distinguem o melhor do pior."

José Ingenieros, "O Homem Mediocre".

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Gercílio Alves de Almeida Júnior pela confiança em mim depositada e pela oportunidade de trabalhar ao seu lado como co-orientado. Seu caráter e conduta muito contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Ciniro Costa pela oportunidade, orientação e conhecimentos transmitidos.

A Universidade de Marília por conceder as instalações e os animais para a realização do experimento.

A Dra. Margarida Maria Barros pelo incentivo, apoio, e amizade.

Aos Professores: Paulo Mazza, Dr. Heraldo César Gonçalves, Prof. Dr. Francisco Stefano Wechsler, Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles, Dra. Carla Maris Bittar e Dra. Kátia de Oliveira pelo apoio, ensinamentos e colaboração na realização das análises laboratoriais e estatísticas.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Renato Monteiro da Silva Diniz e Elaine Cristina Nunes Fagundes Costa, pela amizade e colaborações na realização das análises laboratoriais.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação - Posto de Serviço/Lageado Seila Cristina Cassineli Vieira e Danilo José Teodoro Dias, pela amizade e ajuda nos momentos difíceis.

A amiga Amanda Panichi pela grande ajuda na condução do experimento.

A todos estagiários pelo auxílio durante a realização do trabalho.

Aos amigos e estagiários Cauê Surge, Rafael Belintani, José Luiz C. B. dos Reis e Pedro Zillo.

Aos Professores: Carlo Rossi Del Carratore e Cledson Augusto Garcia, por terem referenciado minha apresentação ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Ao Prof. Rodolfo Spers pela ajuda e por tornar possível a condução da presente pesquisa.

Aos amigos: Vitor Garcia Coelho, Henrique Ozias F. Sarno, Diogo Steck, Mario Coimbra e André Torres Bentolini, pelo apoio e amizade sempre.

Aos amigos da Pós-Graduação: João Paulo Franco da Silveira, Juliana Galhardi Paes, Vivian Lo Tierzo, João Paulo S. T. Bastos, Marco Aurélio Factori, Ticiany Maria Dias Ribeiro, Andressa Natel pela amizade e ajuda durante o período de mestrado.

Aos meus cunhados Marcio Parisoto Senatori, Douglas Paniagua e Marcos Takahashi pela colaboração e incentivo.

A Marcelo Mangilli por ter me proporcionado importantes aprendizados e contribuído para o meu crescimento profissional.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
Silagem de grãos úmidos na bovinocultura de leite	2
Amido	3
Processamento de grãos na alimentação de ruminantes	6
Literatura Citada	12
CAPÍTULO 2	17
Valor nutritivo da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de vacas da	
raça Holandesa	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
Introdução	20
Material e Métodos	21
Resultados e Discussão	25
Conclusões	36
Literatura Citada	37
CAPÍTULO 3	41
Implicações	42

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Silagem de grãos úmidos na bovinocultura de leite

A alimentação animal tem grande importância diante das dificuldades em alcançar a viabilidade econômica da atividade, devido aos custos crescentes dos insumos, principalmente dos grãos que compõem a dieta. Os custos de produção elevados e os baixos preços pagos ao produtor de leite sempre estiveram entre os principais problemas para a atividade leiteira no Brasil.

Na alimentação de bovinos de leite, os grãos de milho são os principais componentes do concentrado, representando cerca de 30 a 40% da matéria seca consumida (Mello Jr, 1991; Nocek, 1997). O amido é principal constituinte do milho por compor cerca de 60 a 80% desses grãos (Kotarski et al., 1992).

Diante desse contexto, a profissionalização do setor obriga os produtores a serem eficientes para se manterem na atividade. Isso torna a aplicação de novas tecnologias imprescindível para viabilizar economicamente o processo produtivo.

A necessidade de maior eficiência tem incentivado a busca por alternativas que propiciem melhor aproveitamento do amido do grão. A silagem de grãos úmidos de milho apresenta diversas vantagens, tais como: antecipação na colheita, redução significativa de perdas no campo, redução de perdas no processo de armazenagem, alta qualidade sanitária dos grãos, custo independente do valor de mercado e baixo investimento para armazenagem. Como desvantagem, apresenta apenas a impossibilidade de comercialização, a necessidade de preparo diário do concentrado e o alto risco de ocorrência de acidose. Apesar disso, a silagem de grãos úmidos torna-se interessante alternativa na substituição do milho seco.

Costa et al. (1999) definem silagem de grãos úmidos como o produto da conservação em meio anaeróbico de sementes ou grãos de cereais logo após a maturação fisiológica, com teor de umidade ao redor de 28%. O processo de ensilagem pode melhorar a disponibilidade e/ou a utilização do amido dos grãos, dependendo do método, espécie animal e fonte dos grãos (Theurer, 1986).

No Brasil, a silagem de grãos úmidos foi introduzida no Paraná, sendo usada inicialmente na alimentação de suínos e posteriormente na alimentação de bovinos de leite e de corte (Costa et al., 1999; Jobim et al., 2001).

Embora venha sendo empregada em outras regiões do país e com diferentes espécies e categorias animais, como cordeiros em cocho privativo (Almeida Jr. et al., 2004), cordeiros em terminação (Reis et al., 2001; Itavo et al., 2006), tourinhos (Berndt et al., 2002), novilhos jovens confinados (Arrigoni et al., 1998), bezerros holandeses (Almeida Jr. et al., 2008), bezerras de corte em confinamento (Peixoto et al., 2003), frangos de corte (Sartori et al., 2002), suínos (Tofoli et al., 2006; Lopes et al., 2001a,b) e eqüinos (Santos et al., 2002; Oliveira et al., 2007), ainda se faz necessária a realização de trabalhos científicos para avaliar os possíveis benefícios do uso desta silagem na alimentação de vacas leiteiras.

Amido

A maior parte do amido é fácil e rapidamente fermentada no rúmen pelos microorganismos, embora o grau com que isso ocorra dependa das propriedades físicas e químicas dos grânulos de amido do grão.

O amido é um polissacarídeo composto por dois tipos de polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina (Van Soest, 1994). A amilose é um polímero essencialmente

linear, disposta em dupla hélice e constituída de unidades de D-glicose conectadas por ligações α -1,4. A amilopectina é o polímero mais abundante do amido e contém cadeias lineares de vários comprimentos apresentando ramificações. As ligações glicosídicas que unem os resíduos de glicose são a α -1,4, nas cadeias de amilopectina, e a α -1,6 nos pontos de ramificação (Rooney & Pflugfelder, 1986).

Segundo Toral et al. (2002), a proporção relativa de amilose e amilopectina varia consideravelmente de acordo com a origem da planta e, de acordo com Wang et al. (1998), a maioria das espécies apresenta aproximadamente 30% de amilose e 70% de amilopectina.

Os grânulos de amido são interligados e envoltos por uma matriz protéica, possuem regiões organizadas, denominadas cristalinas, e regiões não organizadas, denominadas amorfas. As regiões cristalinas ou micelares são compostas principalmente de amilopectina, mais resistentes à entrada de água e ao ataque enzimático. As regiões amorfas são compostas principalmente de amilose, menos densas, o que permite a livre movimentação da água através destas regiões, e é por onde se inicia o ataque enzimático (Rooney & Pflugfelder, 1986).

Quanto maior a região amorfa do grânulo de amido, que é constituída predominantemente por amilose, maior seria a atividade hidrolítica devido à grande movimentação de água e atividade enzimática, aumentando a formação de pontes de hidrogênio, o que limitaria o inchaço e a degradação do amido causando menor digestibilidade. Desta forma, o amido de cereais de variedades cerosas, que possuem menor teor de amilose, apresenta melhor digestibilidade.

Com a grande ocorrência de pontes de hidrogênio entre as moléculas, há redução nas superfícies disponíveis para ligações não-covalentes, fracas, com moléculas de

água, pois estas estariam ligadas por meio de ligações covalentes, fortes, às moléculas de hidrogênio. O teor de “água ligada” (moléculas de água intimamente adsorvidas às macromoléculas) associada aos grânulos de amido influencia as características de expansão destes, e demonstram a habilidade da superfície molecular em formar ligações não-covalentes com a água (Rickard et al., 1991).

Rooney & Pflugfelder (1986) relataram a possibilidade de ocorrer formação de pontes de hidrogênio limitando o inchaço e a hidrólise enzimática, e outra teoria mencionada pelos autores citados é a formação de complexo com lipídeos, o que corrobora com Zeoula & Caldas Neto (2001).

Segundo os mesmos autores, a digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao seu teor de amilose, em virtude de interações desta com a matriz protéica do grânulo de amido. Além disso, a digestibilidade do amido é afetada pela sua composição e forma física, interações amido-proteína, integridade celular das unidades que contêm amido, fatores antinutricionais e forma física do ingrediente.

A distribuição dos grânulos de amido ocorre de forma diferente nos diversos grãos, podendo variar de acordo com o cereal e as variedades. O grão é composto por três camadas distintas: pericarpo, endosperma e embrião.

O pericarpo abrange todas as camadas celulares externas que envolvem o endosperma e o embrião, correspondendo, então, à superfície protetora que envolve o grão, sendo constituído de pequena quantidade de amido (Raven et al., 1978; Cutter, 1987, citados por Teixeira & Teixeira, 2001; Wolf et al., 1952, citados por Pereira, 2006).

O endosperma representa cerca de 83% do peso do grão, contendo a maior parte do amido (Mittelman, 2001), podendo ser considerado como estrutura de reserva.

Segundo Kotarski et al. (1992), o endosperma é dividido em diversas camadas: aleurona, endosperma periférico, endosperma córneo e o endosperma farináceo. O endosperma farináceo é aquele que se encontra mais próximo ao embrião, sendo constituído de grânulos de amido encontrado em grande densidade, sendo altamente susceptível à atividade enzimática. O mesmo não ocorre com o endosperma periférico e o córneo, onde o amido está envolto por uma matriz, composta de proteína e carboidratos não amiláceos, que dificulta a atividade enzimática.

Processamento de grãos na alimentação de ruminantes

Costa et al. (2004) afirmam que, no processo de ensilagem de grão úmidos de cereais, provavelmente as alterações nos grânulos de amido devem-se ao efeito do calor e umidade, uma vez que os grãos são ensilados com umidade ao redor de 28%. Lopes et al. (2002) observaram, por microscopia de transmissão, que os grânulos de amido de grãos secos de milho apresentaram-se com superfície externa delimitada, o que não aconteceu com os grãos úmidos de milho ensilados, que apresentaram superfície externa rompida.

Porém, a geleificação não ocorre na ensilagem, pois, como constatado por Lopes (2004), a temperatura necessária ficaria entre 62° e 72°C, o que não é alcançado durante o processo. A ensilagem promove alterações do tecido vegetal e sobre a superfície de grânulos de amido; estas alterações podem aumentar a susceptibilidade ao ataque enzimático durante a digestão e possivelmente são causadas pela associação dos fatores do processo de fermentação anaeróbia que ocorre durante a ensilagem: tempo, temperatura, umidade e acidez (Lopes, 2002).

Além desses efeitos, os grânulos de amido apresentam em sua superfície poros que se aprofundam na forma de canais até se comunicarem com a cavidade central. A formação de canais facilitaria a ação dos microorganismos ruminais e das enzimas digestivas (Berto et al., 2001).

No processamento dos grãos ricos em amido é esperada a quebra da estrutura do endosperma, aumentando a sua suscetibilidade à hidrólise enzimática, ou taxa de digestão pela exposição dos grânulos de amido (Kotarski et al., 1992). Conseqüentemente, de acordo com Mello Jr (1991), o processamento influenciará significativamente na quantidade e no local onde os grãos de cereais serão digeridos, fato que é capaz de alterar a eficiência da utilização da energia proveniente do amido. Segundo esse autor, 90% ou mais do amido de grãos pequenos é fermentado no rúmen, mas até 40% do amido do milho pode escapar da fermentação ruminal.

A digestibilidade do amido no rúmen e no aparelho digestório total é maior em grãos pequenos (cevada, trigo, aveia) do que no sorgo ou no milho, conseqüentemente, a resposta ao processamento de grãos em digestibilidade do amido é maior, em relação ao sorgo e ao milho do que em relação aos grãos pequenos (Owens, 2007).

O aumento da proporção do amido digerido no rúmen proporcionado pelos processamentos é benéfico nutricionalmente, pois proporciona rápida disponibilidade de energia fermentável no rúmen, conseqüentemente aumentando as produções de proteína microbiana e de ácidos graxos de cadeia curta (Nocek & Tamminga, 1991).

A maior parte do amido do alimento será digerida no rúmen e apenas pequena parte será digerida no intestino. No entanto, a digestibilidade ruminal do amido do milho, segundo Owens (1986), pode variar conforme a forma de processamento de 65 a 85%. Segundo Teixeira & Teixeira (2001), a digestibilidade também irá variar entre 66% e 93%

para os diversos grãos de cereais (milho, sorgo, cevada, trigo, aveia, mandioca, casca de mandioca e farinha de varredura), de acordo com o tipo de processamento.

O amido que não é digerido no rúmen e chega ao intestino delgado será digerido de forma semelhante aos monogástricos pela ação de enzima pancreática, a α -amilase, e enzimas produzidas pela própria mucosa intestinal, a maltase e isomaltase. O amido que não for digerido no intestino delgado até glicose e assim absorvido, poderá ser fermentado no intestino grosso, de forma semelhante ao que ocorre no rúmen, gerando ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Aquele que não for digerido no intestino grosso será excretado nas fezes.

O sítio de digestão do amido em ruminantes é bastante discutido (Nocek & Tamminga, 1991; Huntington, 1997; Harmon & McLeod, 2001; Huntington et al., 2006 e Reynold, 2006). No entanto, a digestibilidade intestinal é limitada e, com o aumento da quantidade de amido que chega ao intestino, a eficiência da digestão deste nutriente diminui (Nunes, 1998; Kosloski, 2002; Furlan et al., 2006). As razões para esta limitação seriam: pâncreas incapaz de secretar amilase, maltase ou isomaltase nas quantidades e no tempo requerido para eficiente digestão; pH inapropriado dentro do intestino delgado para a máxima atividade da amilase; tempo insuficiente para a completa hidrólise do amido; dificuldade de acesso das enzimas aos grânulos de amido devido à insolubilidade ou impermeabilidade destes e aumento na taxa de passagem da digesta (Owens et al., 1986; Nocek & Tamminga, 1991; Kozloszi, 2002).

Portanto, mesmo o intestino delgado sendo o local ideal para a digestão de amido, devido à melhor eficiência energética do nutriente digerido neste local em relação à fermentação ruminal (Owens et al., 1986; Mello Jr., 1991) e pela possível elevação no aporte glicêmico contribuindo significativamente na exigência de glicose (Reynolds, 2006),

práticas que visam a digestão pós-ruminal do amido podem não ser muito vantajosas. Nesse sentido, Orskov (1986) afirma que a produção de leite pode ser comprometida em consequência das limitações da digestão do amido e da capacidade de absorção de glicose no intestino delgado, reduzindo a produção de proteína microbiana no rúmen.

As revisões de Harmon & McLeod (2001) e Reynolds (2006) relataram que o fluxo de glicose no sistema porta-hepático é próximo de zero ou negativo, devido à alta atividade metabólica dos tecidos viscerais drenados pela veia porta. A glicose absorvida é metabolizada até lactato como principal produto da glicólise nos enterócitos, auxiliando no suprimento energético do intestino com economia de aminoácidos (Britton e Krehbiel, 1993). Assim, a concentração sanguínea de glicose não é alterada pela digestão pós-ruminal.

A melhora na conversão alimentar da dieta é consequência do aumento da digestibilidade do amido com o grau de processamento. Hale & Prouty (1980), em extensa revisão sobre o assunto, citados por Owens et al. (1986), encontraram conversão alimentar de dietas baseadas em milho e sorgo de 6,85; 6,89; 6,45 e 6,33 para os grãos inteiros, laminados, ensilados e floculados com vapor, respectivamente. Santos et al. (2004) relataram melhor ganho de peso e ou melhor eficiência alimentar quando utilizou-se rações contendo milho ou sorgo processados (floculado ou ensilado), em relação a animais alimentados com milho laminado e moído grosseiramente.

Segundo Owens (2007), a digestão total do amido de milho no trato digestório, varia de acordo com o método de processamento e categoria animal: novilhos de corte ou vacas de leite. Este mesmo autor reuniu dados de alguns pesquisadores e encontrou valores superiores para a digestibilidade do amido do milho floculado e ensilado (98,6% e 96,3% para novilhos de corte; 93,5% e 96,5% para vacas de leite, respectivamente).

Santos e Moscardini (2007) afirmam que o desempenho de animais alimentados com rações ricas em grãos de milho e ou sorgo é melhor quando estes grãos de cereais são processados adequadamente com o objetivo de otimizar a digestão do amido, tanto no rúmen quanto no intestino delgado.

O processamento de grãos, como a ensilagem de grãos úmidos, promove um aumento na digestibilidade ruminal do amido. Esse aumento pode refletir em elevação na produção de leite, de proteína microbiana no rúmen e melhorar a utilização de nitrogênio pela vaca (San Emeterio et al., 2000).

O aumento na produção de leite, em torno de 5%, pôde ser verificado por alguns autores que avaliaram a silagem de grãos úmidos na alimentação de vacas de leite: Wilkerson et al. (1997), trabalhando com animais de elevado potencial genético, avaliaram silagem de grãos úmidos de milho em substituição ao grão seco de milho; San Emeterio et al. (2000), que avaliaram silagem de grãos úmidos de milho em comparação à silagem de espiga de milho e ao milho seco moído; e Soriano et al. (2000), que suplementaram vacas em pastejo com silagem de grãos úmidos de milho e com milho seco moído fino e grosso.

Segundo Simas (1997), o aumento da produção com o uso de fontes de alta degradabilidade ruminal é devido à maior utilização do amido e, provavelmente, consequente ampliação da energia absorvida (AGV) e maior quantidade de proteína microbiana disponível para a absorção.

A presente dissertação objetivou avaliar a utilização da silagem de grãos úmidos de milho em substituição ao milho moído, em dietas de vacas da raça Holandesa em lactação, sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e glicemia. O Capítulo 2, intitulado “VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO

NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA” está redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

Literatura Citada

- ALMEIDA JR., G.A.; COSTA, C; MONTEIRO, A.L.G. et al. Desempenho, características de carcaça e resultado econômico de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1048-1059, 2004.
- ALMEIDA JR., G.A.; COSTA, C.; CARVALHO, S.M.R. de. Desempenho de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.148-156, 2008.
- ARRIGONI, M.B.; SILVEIRA, A.C.; COSTA, C. et al. Alimentos utilizados na produção intensiva de bovinos de corte jovens. Aspectos nutricionais e econômicos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1, 1998, Campinas - SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998, p168-187.
- BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D.P.D. et al. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado. Composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2105-2112, 2002.
- BERTO, D. A.; LOPES, A.B.R.C.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos para suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas – SP. **Anais...**Campinas: CBNA, 2001. p.203-218.
- BRITTON, R.; KREHBIEL, C. Nutrient metabolism by gut tissues. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.7, p.2125- 2131, 1993.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba - SP,. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999, p.69-88.
- COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; REIS, W. Silagem de Grãos Úmidos de Cereais na Alimentação Animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2, 2004, Maringá - PR: **Anais...** Maringá: UEM, 2004, p.133-160.
- DeBRABANDER, D.L.; COTTYN, B.G.; BOUCQUE, C.H.V. Substitution of concentrates by ensiled high-moisture maize grain in dairy cattle diets. **Animal Feed Sci. Technology**, v.38, n.1, p.57-67, 1992.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. São Paulo: Funep, 2006. p.111-150.

- HARMON, D.L.; McLEOD. Glucose uptake and regulation by intestinal tissues: Implications and whole-body energetics. **Journal of Animal Science**, v.79, p.E59–E72, 2001.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.852-867, 1997.
- HUNTINGTON, G.B.; HARMON, D.L.; RICHARDS, C.J. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, p.E14–E24, 2006.
- ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.139-146, 2006.
- JOBIM, C.C.; FURTADO, C.E.; SCAPINELLO, C. et al. Produção e utilização de silagem de grãos de cereais. In: II SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidência. 2001, Lavras – MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. 282p.
- KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; TRURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal. Nutrition**, v.122, n.1, p.178-190, 1992.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 1 ed. Santa Maria: UFSM. 2002, 140p.
- LOPES, A.B.R.C. Efeito dos métodos de preservação dos grãos de milho e de sorgo sobre a estrutura do endosperma, dos grânulos de amido e desempenho de leitões. 2004. 87p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu/Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- LOPES, A.B.R.C.; LEONEL, M., CEREDA, M.P., et al. Nota Prévia: Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características microscópicas do amido. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.5, p.177-181, 2002.
- LOPES, A.B.R.C.; BERTO, D.A.; COSTA, C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa – SP, v. 58, n. 2, p. 191-200, 2001a.
- LOPES, A.B.R.C.; BERTO, D.A.; COSTA, C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase final dos 8 aos 30 kg. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa – SP, v. 58, n. 2, p. 181-190, 2001b.
- MELLO Jr., C.A. Processamento de grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba - SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.263-283.

- MITTELMAN, A. Variação genética para qualidade nutricional em milho com endosperma normal. 2001. 93f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- NOCEK, J.E. Manejo de alimentação de vacas no pós-parto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras - MG. **Anais...**Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p-179-196.
- NOCEK, J.E.; TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.8, p. 3598-3629, 1991.
- NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2 ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora. 1998, 387p.
- OLIVEIRA, K.; COSTA, C.; FAUSTINO, M.G et al. Valor nutritivo e estudo cinético do trato digestivo de dietas contendo grãos secos ou ensilados de sorgo de baixo e alto tanino para eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1809-1819, 2007.
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, p1624-1633, 1986
- OWENS, F.N. Processamento de grãos e digestão do amido. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3, 2007, Botucatu - SP. **Anais...** Botucatu: FMVZ/UNESP, 2007, p. 50-58,
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to Starch Digestion in the Ruminant Small Intestine. **Journal of Animal Science**, v. 63, n.5, p.1634-1648, 1986.
- PEIXOTO, L.A.O.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J. et al. Grão seco ou silagem de grão úmido de sorgo como fonte energética para bezerras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria - RS. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.
- PEREIRA, R.C. Relação entre características estruturais e bioquímicas e a textura do grão de milho. 2006. 62 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2006.
- REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.F. et al. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagem de milho 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.
- REYNOLDS, C.K. Production and Metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.130, n.1-2, p.78-94, 2006.

- RICKARD, J.E.; ASAOKA, M.; BLANSHARD, J.M.V. The physicochemical properties of cassava starch. **Tropical Science** v.31, n.22, p.189-270, 1991.
- ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1607-1623, 1986.
- SAN EMETERIO, F.; REIS, R.B.; CAMPOS, W.E. et al. Effect of coarse or fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.83, p.2839-2848, 2000.
- SANTOS, C.P.; FURTADO, C.E.; JOBIM, C.C. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de eqüinos em crescimento: valor nutricional e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1212-1222, 2002.
- SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3, 2007, Botucatu-SP. **Anais...** Botucatu: FMVZ/UNESP, 2007. p.31-48.
- SANTOS, F.A.P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5, 2004, Piracicaba - SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004, p.262-297.
- SARTORI, J.R.; COSTA, C.; PEZZATO, A.C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 7, p. 1009-1015, 2002.
- SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: Simpósio Sobre Produção Animal, 9, 1996. Piracicaba – SP. **Anais...**, Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 7-32.
- SORIANO, F.D.; POLAN, C.E.; MILLER, C.N. Milk production and composition, rumen fermentation parameters, and grazing behavior of dairy cows supplemented with different forms and amounts of corn grain. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1520-1529, 2000.
- TEIXEIRA, J.C.; TEIXEIRA, L.F.A.C. Princípios de nutrição de bovinos leiteiros: Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Bovinocultura Leiteira - Manejo, Mercado e Tecnologias. 1ed. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2001. 245p.
- THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.4, p.1649-1662, 1986.
- TÓFOLI, C.A. de; BERTO, D.A.; TSE, M.L.P. et al. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo para leitões na fase de

- creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1206-1213, 2006.
- TORAL, F.L.B.; FURLAN, A.C.; SCAPINELLO, C. et al. Digestibilidade de Duas Fontes de amido e atividade enzimática em coelhos de 35 e 45 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1434-1441, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2 ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994, 476p.
- WANG, T.; BOGRACHEVA, C.; HEDLEY, C. L. Review article. Starch: as simple as A, B, C? **Journal Experimental Botany**, v.49, n.320, p.481-502, 1998.
- WILKERSON, V.A.; GLENN, B.P.; McLEOD, K.R. Energy and nitrogen balance in lactating cows fed diets containing dry or high moisture corn in either rolled or ground form. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.10, p. 2487-2496, 1997.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S. F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA LEITEIRA – NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2, 2001, Lavras-MG. **Anais...**Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. p. 249-284.

CAPÍTULO 2

Valor nutritivo da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de vacas da raça Holandesa

RESUMO - Cinco vacas primíparas da raça Holandesa Preto e Branca – PO foram distribuídas em quadrado latino 5x5 com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de substituição do grão seco de milho (GSM) pela silagem de grãos úmidos de milho (SGUM) sobre o consumo, digestibilidade total dos nutrientes e glicose plasmática. As dietas foram compostas por silagem de cana-de-açúcar e feno de gramínea como volumosos e rações concentradas com farelo de soja como fonte protéica e milho seco e/ou silagem de grãos úmidos de milho como fontes energéticas, constituindo os seguintes tratamentos: 1) 100% GSM; 2) 75% GSM e 25% SGUM; 3) 50% GSM e 50% SGUM; 4) 25% GSM e 75% SGUM; 5) 100% SGUM. O período experimental foi de 70 dias, divididos em cinco fases de 14 dias cada, onde os 10 primeiros dias foram de adaptação e os quatro últimos dias de coleta de dados e amostragens. Os animais foram submetidos a duas ordenhas diárias e a alimentação foi *ad libitum*, três vezes por dia. A digestibilidade foi obtida por método indireto utilizando o óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador. Amostras de fezes foram colhidas duas vezes por dia após a ordenha, diretamente do reto do animal e amostras de sangue foram coletadas apenas no último dia de cada período antes do fornecimento da primeira refeição (0h) e 2h, 4h, 6h e 12h após a refeição. Não houve efeito ($P>0,05$) sobre o consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e amido. A digestibilidade aparente total da MS, proteína bruta (PB), FDN e FDA não foram afetadas ($P>0,05$) pelos tratamentos, assim como a concentração de glicose plasmática. Todavia, houve efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o consumo de PB e efeito linear crescente ($P<0,05$) para a digestibilidade do amido, à medida que se aumentou o nível de SGUM nas dietas.

Palavras-chave: amido, digestibilidade, glicose, óxido crômico, processamento

Nutritive value of high moisture corn grain silage on diets of Holstein cows

ABSTRACT - Five primiparous Black and White Holstein cows were distributed in a 5x5 Latin square design to evaluate substitution levels of dry-grounded corn grain (DGCG) by high moisture corn grain silage (HMC GS) on intake, total nutrients digestibility and plasma glucose. Diets were composed by sugarcane silage and grass hay as forage and the concentrate contained soybean meal as protein source and dry-grounded corn grain and/or high moisture corn grain silage as energetic source in the following treatments: 1) 100% DGCG; 2) 75% DGCG and 25% HMC GS; 3) 50% DGCG and 50% HMC GS; 4) 25% DGCG and 75% HMC GS; 5) 100% HMC GS. The experimental period lasted 70 days, divided in five phases of 14 days each, where the first 10 days were for adaptation and the four last days for sampling collection. The animals were milked twice a day and, the cows were fed *ad libitum* three times a day. Digestibility was obtained by indirect method using chromic oxide (Cr_2O_3) as the marker. Feces samples were collected twice a day after milking, directly from the rectum and blood samples were collected only at the last day of each period before the first meal (0 h) and 2, 4, 6 and 12 h after meal. Intake of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and starch were not affected ($P>0.05$) by treatments. Total apparent digestibility of DM, crude protein (CP), NDF and ADF were not affected ($P>0.05$) by treatments, as well as plasma glucose. However, there was decreasing linear effect ($P<0.05$) for CP intake and increasing linear effect ($P<0.05$) for starch digestibility as the level of HMC GS increased in the diets.

Key Words: chromic oxide, starch, digestibility, glucose, processing

Introdução

Os rebanhos leiteiros, principalmente os de alta produção, dependem muito de alimentos concentrados na sua alimentação, sendo o milho ingrediente comum dessas rações concentradas. Também devido ao uso expressivo do milho seco, os custos com a alimentação tornam-se bastante significativos na exploração leiteira. Dessa forma, a silagem de grãos úmidos de milho passa a ser uma interessante alternativa na substituição do milho seco moído, tanto para baixar os custos de produção quanto para melhorar a eficiência de utilização do amido.

Os benefícios do processamento dos grãos de cereais têm sido demonstrados no aumento da digestibilidade ruminal do amido, resultando em maior aporte de energia disponível para o desenvolvimento da população microbiana, o que resulta em maior produção de ácidos graxos de cadeia curta. Entre os processamentos empregados, os químico-físicos, como a floculação ou a ensilagem com alta umidade, têm se mostrado bastante eficientes (Owens, 1997 e Zinn, 1990).

O amido conservado na forma de silagem, tanto da planta inteira quanto de grãos úmidos, é digerido em sua maior parte e mais rapidamente no rúmen (Owens et al., 1986). A energia fornecida pela digestão do amido no rúmen é importante, visto que a síntese protéica microbiana pode ser limitada pela baixa disponibilidade de carboidratos não estruturais e pela falta de esqueletos de carbono, usados na formação de células microbianas (Mello Jr., 1991).

A quantidade de carboidratos não-estruturais na dieta pode afetar a concentração sérica de glicose (Lopez & Stumpf Jr., 2000), sendo que a glicemia dos ruminantes depende em grande parte da síntese de glicose no fígado a partir do propionato e alguns aminoácidos como precursores. A glicose é de alta prioridade devido ao seu papel

central na glândula mamária, por suprir carbono, hidrogênio e oxigênio para a síntese de lactose, que é o maior regulador osmótico do volume de leite produzido pelas vacas leiteiras (Bermudes et al., 2003).

Diferentes proporções de silagem de grãos úmidos na dieta poderiam disponibilizar quantidades distintas de glicose, já que essa apresenta maior degradabilidade ruminal do amido do que o milho moído (Owens et al., 1986).

Portanto, o presente trabalho objetivou estudar os efeitos da utilização de silagem de grãos úmidos de milho em substituição aos grãos secos de milho, em dietas de vacas da raça Holandesa em lactação, sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e glicemia.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Universidade de Marília – Unimar, Faculdade de Ciências Agrárias, no setor de Bovinocultura Leiteira, sendo avaliados diferentes níveis de substituição (0; 25; 50; 75 e 100%) do grão seco de milho (GSM) pela silagem de grãos úmidos de milho (SGUM). Cinco vacas primíparas da raça Holandesa Preto e Branca – PO com 84 dias pós-parto e 508 kg de peso vivo, em média, foram distribuídas em delineamento experimental Quadrado Latino 5x5.

As dietas foram compostas por silagem de cana-de-açúcar e feno de gramínea como volumosos e concentrados à base de farelo de soja como fonte protéica e milho moído e/ou silagem de grãos úmidos de milho como fontes energéticas, sendo formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas, constituindo os seguintes tratamentos com base na matéria seca: 1) 100% GSM; 2) 75% GSM e 25% SGUM; 3) 50% GSM e 50% SGUM; 4) 25% GSM e 75% SGUM; 5) 100% SGUM.

A composição química dos ingredientes usados para compor as dietas consta na Tabela 1. As porcentagens dos ingredientes nas diferentes dietas, assim como sua composição química, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos usados para compor as dietas experimentais (% MS)

Alimentos	MS	MM	PB	EE	FDN	FDA	Amido
Milho	86,66	2,89	9,50	4,88	16,31	4,63	69,25
SGUM	71,78	4,00	7,60	6,85	13,74	3,13	74,69
Farelo de soja	87,63	8,25	49,84	1,73	18,72	13,15	5,51
Silagem de cana-de-açúcar	24,19	6,83	3,41	2,31	74,45	44,32	
Feno	86,92	7,29	9,98	1,25	76,72	43,04	

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; SGUM: Silagem de grãos úmidos de milho.

Tabela 2 – Composição das dietas experimentais com níveis de substituição do grão seco de milho por silagem de grãos úmidos de milho (SGUM)

Ingredientes ¹	Dietas Experimentais				
	0% SGUM	25% SGUM	50% SGUM	75% SGUM	100 % SGUM
Milho	34,21	25,59	17,03	8,59	-
SGUM	-	8,56	17,13	25,78	34,12
Farelo de soja	24,18	24,17	24,14	24,18	24,07
Silagem de cana-de-açúcar	24,27	24,27	24,15	24,12	24,46
Feno	14,54	14,61	14,74	14,74	14,55
Núcleo mineral ³	2,79	2,80	2,81	2,82	2,80
Composição					
Matéria seca ¹	53,38	52,92	52,45	51,56	51,08
Energia metabolizável ²	2,41	2,41	2,42	2,43	2,43
Proteína bruta ¹	17,58	17,41	17,25	17,10	16,87
Extrato etéreo ¹	2,83	3,00	3,16	3,34	3,56
Fibra em detergente neutro ¹	39,33	39,70	38,94	38,56	38,57
Fibra em detergente ácido ¹	21,78	21,37	21,55	21,32	21,34
Amido ¹	25,02	25,44	25,91	26,53	26,81

¹% MS.

²Mcal/kg MS.

³Núcleo mineral: 16% Ca; 10% P; 2,5% Mg; 3,5% S; 10% Na; 1080 mg Cu; 4250 mg Mn; 4025 mg Zn; 80 mg I; 64 mg Co; 32 mg Se.

As dietas foram formuladas segundo as recomendações do National Research Council (NRC, 2001), visando atender às exigências desta categoria para a produção de 30 L/dia, sendo composta de 60% de concentrado e 40% volumoso. A alimentação foi *ad libitum*, três vezes ao dia (6h00min, 13h00min e 18h00min), permitindo sobra de aproximadamente 10% do ofertado.

Para a confecção da silagem de grãos úmidos foi realizada a colheita dos grãos de milho logo após o estágio de maturação fisiológica, com aproximadamente 28% de umidade. Após a colheita, os grãos foram esmagados e armazenados em tambores plásticos com capacidade para 200 litros, obedecendo à sistemática de compactação e de vedação do processo de ensilagem.

A fase experimental teve duração de 70 dias, divididos em cinco períodos de 14 dias, sendo os primeiros dez de adaptação às dietas e os quatro últimos dias para colheita de dados e amostras. Os animais foram mantidos em instalação do tipo “*Tie Stall*”, com cama de areia, providas de comedouros e bebedouros individuais, sendo soltos pelo menos uma hora por dia, para se exercitarem em um piquete ao lado das instalações. Foram desverminados e receberam uma dose de vitamina A, D e E antes de iniciar os trabalhos. As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia (6h00min e 18h00min).

As sobras dos alimentos foram retiradas e pesadas antes do fornecimento da primeira refeição (6h00min). Amostras dos alimentos utilizados foram colhidas e congeladas (-10°C) ao final de cada período, para posterior secagem em estufas de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1,0 mm de crivo e armazenadas em potes de polietileno, devidamente identificados, para as devidas análises laboratoriais.

Para a determinação, nas fezes e nos alimentos, da matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foi usada a metodologia descrita por Silva (1990). A proteína bruta (PB) foi obtida através da combustão das amostras segundo o método de Dumas, utilizando-se um auto-analisador de nitrogênio marca Leco® (Leco Corporation, St. Joseph, MI, EUA) modelo FP-2000 nitrogen analyzer, Leco Instruments, Inc. St. Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) foi utilizada a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) com α -amilase termo-estável e uréia a 8 molar, a fim de reduzir a contaminação do amido e facilitar a filtragem. O amido foi determinado pela metodologia descrita por Knudsen (1997) e a energia metabolizável calculada segundo Sniffen et al. (1992).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, Amido, FDN, FDA e PB foram obtidos por método indireto utilizando o óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador. Foi fornecido oralmente 10 g de óxido crômico por animal por dia durante 7 dias no período de adaptação e nos 4 dias de coleta. Fezes foram colhidas duas vezes por dia após a ordenha (manhã e final da tarde), diretamente do reto do animal, durante os quatro últimos dias de cada período. O óxido crômico foi determinado por meio da técnica de fluorescência de raios X dispersiva em energia (EDXRF), segundo a metodologia descrita por Almeida et al. (2007).

A digestibilidade aparente foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Dig. do Nutriente} = 100 - \left[100 \times \frac{\% \text{ Indicador no alimento}}{\% \text{ Indicador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ Nutriente nas fezes}}{\% \text{ Nutriente no alimento}} \right]$$

$$\text{Digestibilidade da MS} = 100 - \left[100 \times (\% \text{ do indicador} / \% \text{ indicador nas fezes}) \right]$$

A colheita de sangue foi realizada no último dia de cada período (14º dia). As amostras foram colhidas da veia jugular às 0, 2, 4, 6 e 12 horas após a primeira refeição

do dia, em tubos *Vacutainer* com fluoreto de sódio (anticoagulante), e enviadas ao laboratório imediatamente para análise de glicose, por meio do método enzimático automatizado (LabMax 240®).

Para glicose o experimento foi analisado como medidas repetidas, sendo os níveis de silagem de grãos úmidos de milho na dieta atribuídos as parcelas principais e os tempos de colheita às medidas repetidas. Para as características que apresentaram efeito significativo para tratamento na análise de variância ($P < 0,05$), foram estudadas por meio de regressão, sendo testados os efeitos linear, quadrático e cúbico. Os dados foram analisados pelo programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genéticas, versão 9.0 (UFV, 2000).

Resultados e Discussão

Os dados de consumo médio diário de matéria seca e nutrientes podem ser observados na Tabela 3. Não se observou efeito do nível de substituição do grão seco de milho (GSM) pela silagem de grãos úmidos (SGUM) sobre o consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e amido. Houve efeito linear decrescente para o consumo de proteína bruta (PB), com o aumento da SGUM nas dietas.

Na tabela 4, pode-se observar que não houve efeito dos tratamentos no consumo médio diário dos nutrientes digestíveis: MS, PB, FDN, FDA e amido.

Segundo Van Soest (1994), o consumo é regulado por mecanismo quimiostáticos e limitações físicas do aparelho digestório. Fatores físicos agem por limites impostos na capacidade do retículo e rúmen e pelo tempo de permanência do alimento no órgão (Jorge et al., 2002a).

Tabela 3. Consumo diário de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e amido (CAM)

Variáveis ¹	Dietas Experimentais					Média	CV	Probabilidade			Equação	R ²
	0% SGUM	25% SGUM	50% SGUM	75% SGUM	100 % SGUM			L	Q			
CMS	17,52	18,94	16,78	16,95	15,40	17,11	9,02	NS	NS		-	-
CPB	3,08	3,29	2,89	2,90	2,59	2,95	9,84	0,0394	NS	Y=3,227- 0,0054x		0,6961
CFDN	6,89	7,52	6,53	6,53	5,94	6,68	9,86	NS	NS		-	-
CFDA	3,81	4,05	3,62	3,61	3,29	3,67	9,70	NS	NS		-	-
CAM	4,38	4,81	4,35	4,50	4,13	4,43	9,45	NS	NS		-	-

SGUM: Silagem de grãos úmidos de milho; CV: coeficiente de variação; L: probabilidade para efeito linear; Q: probabilidade para efeito quadrático; NS: Não Significativo.

¹ Consumo médio diário: kg/vaca.

Tabela 4. Consumo diário de nutrientes digestíveis: matéria seca (MSD), proteína bruta (PBD), fibra em detergente neutro (FDND), fibra em detergente ácido (FDAD) e amido (AMD)

Variáveis ¹	Dietas Experimentais					Média	CV	Probabilidade			Equação	R ²
	0% SGUM	25% SGUM	50% SGUM	75% SGUM	100 % SGUM			L	Q			
MSD	11,69	13,59	11,63	12,02	11,05	12,00	15,88	NS	NS		-	-
PBD	2,20	2,45	2,10	2,18	1,93	2,17	16,40	NS	NS		-	-
FDND	3,46	4,14	3,17	3,35	3,06	3,44	18,74	NS	NS		-	-
FDAD	1,65	2,17	1,62	1,79	1,57	1,76	22,63	NS	NS		-	-
AMD	3,65	4,22	3,85	3,94	3,76	3,89	13,75	NS	NS		-	-

SGUM: Silagem de grãos úmidos de milho; CV: coeficiente de variação; L: probabilidade para efeito linear; Q: probabilidade para efeito quadrático; NS: Não Significativo.

¹ Consumo médio diário: kg/vaca.

No presente estudo, possivelmente os fatores que regularam o consumo não tenham sido físicos, tendo em vista que, a dieta foi composta de 60% de concentrado, contendo ingredientes de rápida fermentação ruminal, o que não levaria a um completo enchimento do rúmen.

Nesse contexto, é possível que os animais tenham utilizado o nível energético da dieta como mecanismo regulador do consumo, pois o consumo de amido digestível não deferiu entre os tratamentos (Tabela 4). Animais satisfeitos com a quantidade de energia ingerida, não precisam preencher todo volume do trato gastrointestinal para atender sua exigência nutricional diária.

O milho da silagem de grãos úmidos possui maior quantidade de energia disponível em relação aos grãos secos. Com o processamento, o amido fica mais exposto ao ataque de microorganismos ruminais e enzimas, aumentando sua digestibilidade. Assim, mais amido é digerido, mais produtos da digestão são absorvidos e o animal chega à saciedade.

Ferreira et al. (2007), com o objetivo de avaliar a seleção de dieta por bovinos, trabalharam com alimentos de diferentes conteúdos energético (milho fino, grosso e floculado) e não observaram diferença no consumo de amido degradável entre os tratamentos. Da mesma forma, Ramos et al. (2000), avaliando níveis de substituição do milho pelo bagaço de mandioca sobre o consumo de nutrientes digestíveis, não encontraram diferença no consumo de energia digestível e metabolizável entre os tratamentos. Os autores afirmam a possibilidade dos animais terem utilizado o nível energético da dieta como um regulador do consumo.

Quando são utilizados grãos de cereais processados, espera-se que o consumo de matéria seca seja menor para as dietas compostas com estes grãos, devido a maior

disponibilidade de energia desses alimentos, fazendo com que os animais alcancem a saciedade mais rápido.

Overton et al. (1995) relataram efeito linear decrescente para o consumo de MS, quando substituíram milho pela cevada na dieta de vacas leiteiras em lactação. Santos et al. (1997) observaram redução no consumo de MS, trabalhando com sorgo e cevada, processados de diferentes formas (laminado a seco e floculado), nas dietas de vacas de leite. Também foi reportado, por Aldrich et al. (1993), menor consumo de matéria seca para os tratamentos com grão de milho de alta umidade, quando comparados com grão de milho seco. Porém, o mesmo efeito no consumo de MS não foi observado no presente estudo.

No entanto, pode-se encontrar na literatura diversos trabalhos que avaliaram diferentes fontes de amido e formas de processamento do grão e não encontraram diferença no consumo de MS e nutrientes (Crocker et al., 1998; Joy et al., 1997; San Emeterio et al., 2000; Dhiman et al., 2001; Passini et al., 2002; Zeoula et al., 2003; Simas et al., 2008).

O efeito linear decrescente encontrado para o consumo de PB no presente estudo pode estar relacionado ao menor consumo de MS e menor nível de PB, que mesmo não diferindo estatisticamente, numericamente foi menor para os tratamentos com maior nível de SGUM em relação à dieta que foi composta por apenas GSM. Esse resultado pode ter contribuído para o efeito encontrado para a digestibilidade da PB (Tabela 5).

Os valores médios para a digestibilidade aparente no trato digestório total são apresentados na Tabela 5.

O nível de substituição do GSM pela SGUM não provocou efeito sobre as digestibilidades aparentes da MS, PB, FDN e FDA.

Tabela 5. Digestibilidades aparentes, em %, da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e amido

Variáveis	Dietas Experimentais					Média	CV	Probabilidade		Equação	R ²
	0% SGUM	25% SGUM	50% SGUM	75% SGUM	100 % SGUM			L	Q		
MS	67,81	72,11	69,50	70,94	71,76	70,42	6,18	NS ¹	NS	-	-
PB	72,30	74,75	73,02	75,33	74,32	73,94	6,09	NS	NS	-	-
FDN	51,36	55,70	48,94	51,41	51,60	51,80	12,02	NS	NS	-	-
FDA	44,62	54,11	45,07	49,46	47,86	48,23	17,17	NS	NS	-	-
Amido	84,27	88,12	89,05	88,07	91,26	88,15	6,28	0,0026	NS	Y=85,366+0,0557x	0,1319

SGUM: Silagem de grãos úmidos de milho; CV: coeficiente de variação; L: probabilidade para efeito linear; Q: probabilidade para efeito quadrático; NS: Não Significativo.

Houve efeito linear crescente para a digestibilidade aparente total do amido, à medida que se aumentou o nível de SGUM nas dietas.

Com rações ricas em amido, a população microbiana é principalmente amilolítica e esses microorganismos competem pelos carboidratos solúveis, pelos produtos finais da hidrólise do amido e da hemicelulose, especialmente com pH mais baixo, e produzem maiores quantidades de propionato e lactato (Van Soest et al. 1994; Nussio et al., 2006).

Possivelmente o ambiente desfavorável aos microrganismos que degradam as fibras, baixo pH devido à quantidade de amido na dieta (25%), tenha sido a causa para os resultados obtidos para as digestibilidades aparentes da FDN e FDA. Estes dois componentes representam grande parte da MS das dietas e certamente junto com a PB contribuíram para o efeito não significativo sobre a digestibilidade da MS.

O resultado obtido para a digestibilidade de PB poder ser atribuído à ausência de uma fonte de nitrogênio não protéico, já que na dieta não havia uréia, prontamente solúvel no rúmen que favoreceria a degradação do alimento e provavelmente a posterior síntese protéica no rúmen.

Jorge et al. (2002b), avaliando duas fontes de amido de lenta e rápida degradação ruminal, justificaram o aumento da digestibilidade da PB, à medida que a fonte de lenta degradação era substituída, ao uso crescente de uréia nessas dietas. Zeoula et al. (1999), avaliando duas fontes de amido e N de baixa e alta degradabilidade ruminal, também atribuíram o aumento na digestibilidade da PB às condições mais favoráveis ao desenvolvimento microbiano e à conseqüente fermentação, propiciados pelas fontes de N de alta degradabilidade ruminal (farelo de canola + uréia).

O principal empecilho para digestão do amido é a dificuldade dos microorganismos ruminais e do intestino grosso ou de enzimas do intestino delgado em acessar o amido do grão. Tal dificuldade é causada pelo tamanho da partícula e pelas propriedades químicas do amido. Com o processamento, algumas alterações ocorrem, minimizando esses fatores que contribuem para o menor aproveitamento do amido do grão.

No processo de ensilagem de grãos úmidos não só o tamanho da partícula é reduzido, resultando em maior superfície de contato com os microorganismos ruminais e enzimas, como também ocorrem alterações na estrutura dos grânulos de amido, com modificações no tecido vegetal e em sua superfície (rompimento da matriz protéica e formação de poros).

De acordo com Mello Jr. (1991) e Nocek & Tamminga (1991), as modificações causadas pelo processamento serão responsáveis pela maior digestão ruminal do amido do grão. A digestibilidade do amido aumenta na proporção em que o amido, oriundo de fonte de rápida degradação ruminal, eleva-se na dieta (Overton et al., 1995).

Os resultados apresentados por San Emeterio et al., (2000), que avaliaram o efeito do processamento (níveis de moagem e silagem de grão úmido) na dieta de vacas Holandesas em lactação, são semelhantes aos obtidos no presente estudo. Não foram observadas diferenças para a digestibilidades da MS, FDN, FDA entre os tratamentos, porém a digestibilidade do amido foi superior para o tratamento com SGUM em relação ao grão seco. Os autores ainda concluem que o melhor resultado obtido para a digestibilidade do amido foi devido à participação da silagem de grãos úmidos na dieta e também pela redução do tamanho da partícula.

No entanto, Passini et al. (2002) relataram que o efeito da conservação do milho por meio de ensilagem do grão úmido é superior às formas de quebra e moagem, pois a moagem fina aumentou a degradabilidade efetiva da MS em 40,2%, enquanto que a ensilagem aumentou 72,8%.

Já Wilkerson et al. (1997), que também trabalharam com vacas Holandesas em lactação, avaliando SGUM em relação ao grão seco e diferentes tamanhos de partícula (moído e laminado), não observaram diferença entre os tratamentos para a digestibilidades da FDN e FDA . No entanto, obtiveram melhor digestibilidade da MS e da PB para as vacas alimentadas com SGUM, independentemente do tamanho da partícula.

Porém, o valor médio de PB das dietas foi de 20,4% enquanto que no presente estudo 17,2%, o que, de acordo com Rodriguez et al. (1997), acarretaria em maior ingestão diária de PB diluindo o efeito do N endógeno e aumentando a digestibilidade da PB para rações mais ricas em N.

Os autores relataram ainda uma possível melhora no desaparecimento do amido no trato total dos animais alimentados com SGUM, em comparação aos que se alimentaram de dietas com grão seco, devido à maior digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (CNF).

No trabalho realizado por Knowlton et al. (1999) foi observado maior digestibilidade no rúmen, no intestino delgado e no trato total do amido da dieta, de vacas Holandesas em lactação, com silagem de grãos úmidos em comparação a dieta composta por grãos secos de milho. Da mesma forma, Hibberd et al. (1985) e Streeter et al. (1989) observaram que SGUM apresentou maior digestibilidade *in vitro* e *in vivo*, em comparação aos grãos secos.

Na Tabela 6 constam os valores médios das concentrações de glicose plasmática dos animais.

Tabela 6. Efeito da substituição do grão seco de milho pela silagem de grãos úmidos de milho (SGUM) sobre a glicose plasmática

	Dietas Experimentais					Média	CV	Efeito
	0% SGUM	25% SGUM	50% SGUM	75% SGUM	100 % SGUM			
Glicose (mg/dL)	58,36	55,96	56,64	58,60	58,48	57,61	7,27	NS

NS: Não Significativo; CV: Coeficiente de Variação.

Não houve diferença na concentração de glicose plasmática, com a inclusão de SGUM na dieta e também para a interação tempo x tratamento. Para os tempos de colheita houve efeito cúbico (Figura 1).

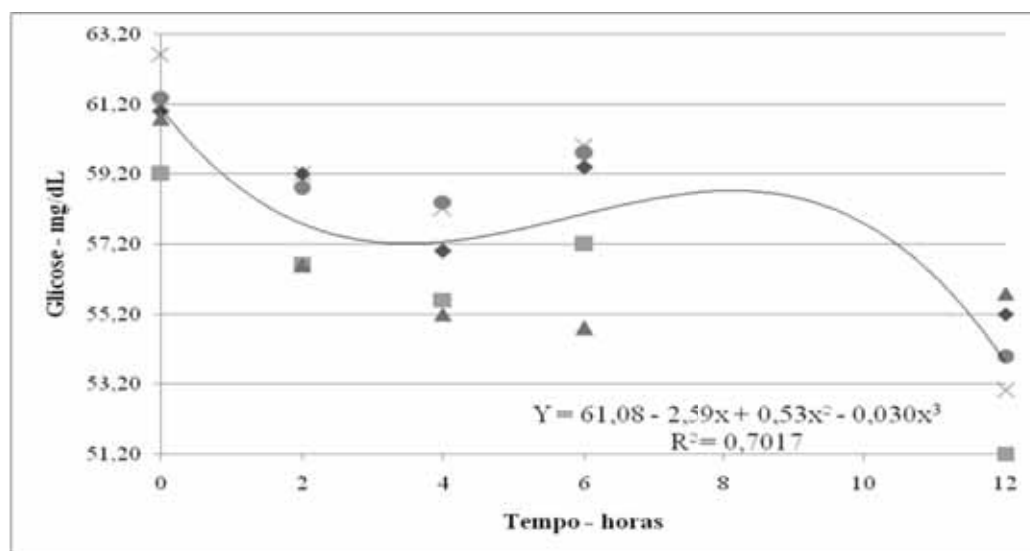


Figura 1. Concentração de glicose plasmática horas após a primeira refeição.

Diferentes proporções de SGUM na dieta poderiam disponibilizar quantidades distintas de glicose, já que a SGUM apresenta maior degradabilidade ruminal do amido do que o milho moído (Owens et al., 1986). É de se esperar que o aporte elevado de

carboidratos solúveis na dieta leve a um incremento na produção de ácido propiônico, que é o principal precursor de glicose no ruminante e, conseqüentemente, que conduza a aumentos nas taxas glicêmicas. Contudo, este efeito não foi observado no presente experimento. Talvez não tenha ocorrido devido ao semelhante consumo de amido digestível entre os tratamentos (Tabela 4).

Corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, Jorge et al. (2002a) não encontraram diferença nos níveis de glicose sanguínea com a inclusão crescente (0, 25, 50, 75 e 100%) de farinha de varredura de mandioca em substituição ao milho na dieta de bezerros Holandeses. Efeito semelhante foi obtido por Mendes et al. (2005), trabalhando com diferentes fontes energéticas em substituição ao milho (casca de soja ou pelo farelo de gérmen de milho), e Lycos et al. (1997) quando estudaram dietas com diferentes proporções de carboidratos não-estruturais degradados no rúmen.

Nos resultados apresentados por alguns autores que avaliaram o efeito do processamento do grão de milho sobre a glicose plasmática também não foi verificado diferença entre os tratamentos. Santos et al. (2001), que avaliaram milho moído grosso e floculado em dietas de vacas leiteiras, também não encontraram diferença significativa nos valores médios de glicose. O valor médio de glicose plasmática obtido nesse estudo, 56,04 mg/gL, é próximo ao obtido no presente trabalho, 57,60 mg/gL.

Crocker et al. (1997), trabalhando com vacas Holandesas primíparas alimentadas com milho laminado a seco e floculado, não obtiveram diferença para os diferentes tratamentos, obtendo 57,9 mg/gL como valor médio para a concentração de glicose plasmática. Nussio et al. (2002), comparando milho moído fino, moído grosso ou floculado na dieta de vacas Holandesas, não encontraram diferença na concentração de glicose sanguínea, apresentando valor médio de 60,30 mg/gL. Da mesma forma, Nussio

et al. (2003), trabalhando com bezerras Holandesas, não verificaram diferença para os diferentes processamentos, floculado e laminado a vapor.

Porém, López & Stumpf Jr. (2000), com o objetivo de avaliar diferentes níveis de grão de sorgo (0, 15, 30 e 45%), como fonte de amido, na dieta de ovinos contendo de 38 a 82% de volumoso, observaram que a concentração de glicose para o nível de 0% (60,4 mg/dL) foi inferior aos tratamentos com 30 e 45% de sorgo (81,0; 80,5 mg/dL, respectivamente). Macedo Jr et al. (2006), avaliando a glicemia de ovelhas gestantes, também observaram diferenças nos níveis glicêmicos para o tratamento que continha 80% de concentrado e 20% de volumoso, indicando que a quantidade de carboidratos não estruturais da dieta pode afetar a concentração sérica de glicose, o que não ocorreu no presente estudo onde as quantidades consumidas de amido foram semelhantes.

Conclusões

A silagem de grãos úmidos de milho possui maior valor nutritivo em relação aos grãos secos em dietas para vacas leiteiras.

Literatura Citada

- ALDRICH, J.M.; MULLER, L.D.; VARGA, G.A. et al. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.4, p.1091-1105, 1993.
- ALMEIDA, E.; GOMIDE, C.C.; SENICATO, L.A. et al. Cr and Yb markers determination in animal feces by energy dispersive X-ray fluorescence. ENCONTRO NACIONAL DE APLICAÇÕES NUCLEARES, VIII, 2007, Santos, SP, **Anais...**, Santos, SP. Associação Brasileira de Energia Nuclear – ABEN, 2007.
- BERMUDES, R.F.; LÓPEZ, J.; GALLARDO, M. et al. Gordura Protegida na Dieta de Vacas de Alta Produção a Campo, em Alfafa Verde ou Pré-secada, na Fase Inicial da Lactação. Parâmetros Plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.2, p.405-410, 2003.
- CROCKER, L.M., DEPETERS, E.J.; FADEL, J.G. et al. Influence of processed corn grain in diets of dairy cows on digestion of nutrients and milk composition. **Journal Dairy Science**, v.81, n.9, p.2394-2407, 1998.
- DHIMAN, T.R.; ZAMAN, M.S.; McQUEEN, I.S. et al. Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.217-226, 2002.
- FERREIRA, F. A.; PASSINI, R.; BORGATTI, L. M. O. et al. Effect of maize processing on diet selection in cows. **Livestock Science**, v.112, n.1, p.151-160, 2007.
- HIBBERD, C.A.; WAGNER, D.G.; HINTZ, R.L. et al. Effect of sorghum grain variety and reconstitution on site and extent of starch and protein digestion in steers. **Journal of Animal Science**, v.61, n.3, p.702-712, 1985.
- JORGE, J.R.V.; ZEOULA, M.L.; PRADO, I.N. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, crantz) na ração de bezerros holandeses. 1. Desempenho e parâmetros sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.192-204, 2002a.
- JORGE, J.R.V.; ZEOULA, M.L.; PRADO, I.N. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.205-212, 2002b.
- JOY, M.T.; DePETERS, J.; FADEL, J.G. et al. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2087-2097, 1997.

- KNOWLTON, K.F.; GLENN, B.P.; ERDMAN, R.A. High moisture corn in lactating cow rations: Digestion, metabolism and production. **Cornell Nutrition Conference**. Rochester, NY. October, 1999.
- KNUDSEN, K.E.B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal feed Science and Technology**, v.67, n.4, p.319-338, 1997.
- LÓPEZ, J.; STUMPF Jr., W. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno. Parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1183-1190, 2000.
- LYCOS, T.; VARGA, G.A.; CASPER, D. Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.12, p.3341-3355, 1997.
- MACEDO JR., G.L., PÉREZ, J.R.O., SOUZA, R.V., et al. Influência dos diferentes níveis de fdf na glicemia de ovelhas Santa Inês gestantes In. REUNIAL ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa, PB. **Anais...**, João Pessoa, PB: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. CD ROOM.
- MELLO Jr., C.A. Processamento de grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba - SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.263-283.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p. 692-702, 2005.
- NOCEK, J.E.; TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.8, p.3598-3629, 1991.
- NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; ZOPOLLATTO, M. et al. Processamento de milho (Floculado vs. Laminado a vapor) e adição de monensina para bezerras leiteiras, pré e pós-desmama precoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.229-239, 2003.
- NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V. et al. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1079-1086, 2002.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. São Paulo: Funep, 2006. p.183-228.

- OVERTON, T.R.; CAMERON, M.R.; ELLIOTT, J.H. et al. Ruminant fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.9, p.1981-1991, 1995.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.868-79, 1997.
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to Starch Digestion in the Ruminant Small Intestine. **Journal of Animal Science**, v. 63, n.5, p.1634-16481, 1986.
- PASSINI, R.; SILVEIRA, A.C.S.; RODRIGUES, P.H.M. et al. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgos ensilados. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1147-1154, 2002.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho em concentrado para bovinos em crescimento: 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 1, p.300-305, 2000.
- RODRIGUEZ, L.R.R.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Digestibilidade de rações contendo quatro níveis de concentrado, em Bovinos (Taurinos e Zebuínos) e Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.844-851, 1997.
- SAN EMETERIO, F.; REIS, R.B.; CAMPOS, W.E. et al. Effect of coarse or fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.83, n.12, p.2839-2848, 2000.
- SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B. et al. Comparison of barley and sorghum grain processed at different densities for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2098-2103, 1997.
- SANTOS, F.A.P.; MENEZES JR, M.P.; SIMAS, J.M.C. et al. Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos em vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.923-931, 2001.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- SIMAS, J.M.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Efeitos de fontes e formas de processamento do amido na utilização de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1128-1134, 2008.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.3562-3577, 1992.

- STREETER, M.N.; WAGNER, D.G; OWENS, F.N. et al. Combinations of high-moisture harvested sorghum grain and dry-rolled corn: effects on site and extent of digestion in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.67, n.6, p.1623-33, 1989.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema de Análise Estatística e Genéticas SAEG. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.
- VAN SOEST, P.J. et al. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and mostarch polysaccharides in relation to animal nutrition cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, 476p. 1994.
- WILKERSON, V.A.; GLENN, B.P.; McLEOD, K.R. Energy and nitrogen balance in lactating cows fed diets containing dry or high moisture corn in either rolled or ground form. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.10, p. 2487-2496, 1997.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.
- ZEOULA, M.L.; PRADO, I.N.; CECATO, U. et al. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1159-1167, 1999.
- ZINN, R.A. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.3, p.767, 1990.

CAPÍTULO 3

Implicações

O amido, por ser a principal fonte de energia na alimentação animal, necessita ser utilizado de forma eficiente, uma vez que suas fontes, grãos de cereais, principalmente o milho, contribuem significativamente para o aumento dos custos de produção da atividade pecuária, além do fato, deste nutriente possuir diversas aplicações na indústria, sendo utilizado na fabricação de vários produtos de consumo humano.

Nesse sentido, pelos resultados obtidos no presente estudo, pode-se afirmar que a silagem de grãos úmidos de milho é boa alternativa para o processamento de grãos de milho, por melhorar o valor nutritivo do cereal.

O grão seco de milho pode ser substituído totalmente pelo grão úmido de milho, porém é recomendado realização da adaptação dos animais. A maior degradação ruminal do amido do grão ensilado pode ocasionar distúrbios metabólicos em animais que não estejam adaptados a este alimento.