

**PROCESSAMENTO MECÂNICO DA SILAGEM DE MILHO E  
NIVEIS DE INCLUSÃO DE CONCENTRADO NA DIETA DE  
NOVILHOS NELORE CONFINADOS**

JOÃO PAULO FRANCO DA SILVEIRA

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, como parte das  
exigências para a obtenção de título de  
Doutor

Junho – 2012  
Botucatu – SP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Julio de Mesquita Filho”  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PROCESSAMENTO MECÂNICO DA SILAGEM DE MILHO E  
NIVEIS DE INCLUSÃO DE CONCENTRADO NA DIETA DE  
NOVILHOS NELORE CONFINADOS**

JOÃO PAULO FRANCO DA SILVEIRA  
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Ciniro Costa  
Co-orientadores: Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio  
Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, como parte das  
exigências para a obtenção de título de  
Doutor

Junho – 2012  
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)

S587p Silveira, João Paulo Franco da, 1980-  
Processamento mecânico de silagem de milho e níveis de inclusão de concentrado na dieta de novilhos nelore confinados / João Paulo Franco da Silveira. - Botucatu : [s.n.], 2012  
v, 54 f. : il., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012

Orientador: Ciniro Costa

Co-orientador: Luiz Gustavo Nussio

Co-orientador: Paulo Roberto de Lima Meirelles

Inclui bibliografia

1. Bovino - Alimentação e rações. 2. Confinamento (Animais). 3. Milho como ração. 4. Milho - Silagem. 5. Nelore (Zebu). 6. Novilho. I. Costa, Ciniro. II. Nussio, Luiz Gustavo. III. Meirelles, Paulo Roberto de Lima. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

## **Ofereço a**

Deus pela presença constante e ensinamentos que me proporciona todos os dias de minha vida.

## **Dedico**

Aos meus pais e amigos incondicionais José Roberto Franco da Silveira e Nilzemar Nascimento da Silveira que ao longo da minha vida me ensinaram o significado da família, união, respeito e amizade. Que me dão carinho, amor, alegrias, e quando acreditam ser necessário, o corretivo para que eu possa ser uma pessoa melhor. Além do exemplo de conduta e a dignidade a ser seguido.

A pessoa que incondicionalmente sempre esta ao meu lado para elogiar, criticar e me ensinar que devemos simplificar o modo de viver, aceitando as pessoas como elas são. Meu anjo da guarda, grande amigo confidente e querido irmão Thiago Franco da Silveira.

A minha avó Tuza pela força e apoio, amor irrestrito e compreensão que tens dedicado a mim desde quando nasci.

Aos meus avôs Nilza da Cruz Nascimento, Sebastião Alves do Nascimento, Alda de Oliveira Franco, Álvaro Andrade da Silveira minha eterna gratidão.

A minha amiga e namorada Vivian Lo Tierzo, pelos anos de dedicação, ajuda, apoio e compreensão.

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez”  
*Jean Cocteno*

“A franqueza não consiste em dizer tudo o que se pensa, mas em pensar tudo que se diz”  
*Victor Hugo*

## Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Ciniro Costa, orientador e amigo, pela confiança em mim depositada, orientação de vida, conhecimentos transmitidos, respeito, apoio, oportunidades e total liberdade de ações durante os cinco anos de convívio.

Ao apoio, Co - orientação e amizade durante o curso dos Professores Dr. Luiz Gustavo Nussio e Paulo Roberto de Lima Meirelles.

Aos Professores e amigos Dr. Heraldo César Gonçalves e Prof. Dr. Rafael Silvio Pinheiro Bonilha pelo apoio, ensinamentos e colaboração na realização das análises estatísticas.

Aos Professores Dr. Mario De Beni Arrigoni e Antonio Carlos Silveira pelo apoio e colaboração durante a execução do confinamento.

A equipe do grupo Qualidade e Conservação de Forragens (QCF) do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP pelo apoio durante o desenvolvimento do experimento e análises laboratoriais.

A funcionária do Laboratório de Nutrição Animal, Gisele Setznagl, pelas colaborações na realização das análises laboratoriais.

A Coordenadora do Programa de Pós-graduação Professora Dra Margarida Maria Barros e aos funcionários da Seção de Pós-graduação - Posto de Serviço/Lageado Seila Cristina Cassineli Vieira e Carlos Pazini Junior, pela amizade e ajuda nos momentos difíceis.

Aos estagiários Nelson de Araujo Ulian, Fernanda Marques, Laís Ribeiro, Glauca Mayra Rosina Baceto Montagna, Fátima Omar Abdel Latif, pela imprescindível ajuda durante a execução do experimento.

Aos meus amigos de longa data, Thiago Gomes dos Santos Braz, Adenilson José Paiva, Otavio Rodrigues Machado Neto, Pedro Persichetti Junior e Samira Baldin por todo apoio e importante troca de idéias.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia: Nelson de Araujo Ulian, Cauê Augusto Surge, Simone Alves Mendonça, Nilton Guedes do Nascimento Junior, Marco Aurélio Factori, Luis Carlos Vieira, Francielli Aparecida Cavasano, Marina Gabriela Berchiol da Silva, Guilherme Mendes Machado Franco de Arruda, Cristiano Magalhães Pariz pela amizade, compreensão e ajuda durante o curso.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão das bolsas de estudo.

Enfim, a todos aqueles que de alguma maneira tenham contribuído para o sucesso do curso.

“Meu muito obrigado”.

## Sumário

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>2</b>
<b>1. O milho como planta para ensilagem</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Processamento na ensilagem</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Desempenho animal em confinamento</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Análise de custo</b> .....	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
<i>Processamento mecânico da silagem de milho e níveis de concentrado sobre o desempenho de tourinhos Nelore não castrados confinados</i> .....	<b>19</b>
<b>RESUMO:</b> .....	<b>19</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>20</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
Volumoso .....	21
Instalações experimentais e Animais .....	22
Período Experimental, Dieta e Arraçamento .....	22
Desempenho produtivo dos animais .....	23
Delineamento Experimental .....	24
Análise Estatística .....	24
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>24</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>35</b>
<i>Influência do processamento mecânico da silagem sobre o tamanho de partícula e aproveitamento do amido por bovinos confinados</i> .....	<b>36</b>
<b>RESUMO:</b> .....	<b>36</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
Instalações experimentais e Animais .....	38
Período Experimental, Dieta e Arraçamento .....	38
Volumoso .....	40
Recuperação de amido fecal e pH fecal .....	42
Delineamento Experimental .....	42
Análise Estatística .....	43
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>53</b>
<b>IMPLICAÇÕES</b> .....	<b>54</b>

## CAPÍTULO 1

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O ciclo de produção da carne brasileira está ficando mais curto, e a expansão dos confinamentos é parcialmente responsável por isso (MILLEN et al. 2009). Além disso, o confinamento representa importante ferramenta para se abater animais jovens e, assim, melhorar a qualidade do produto ofertado no mercado. De acordo com pesquisa de intenção de confinamento realizada em dez estados brasileiros pelo Banco Original, instituição financeira controlada pela J&F, holding que engloba a JBS, Eldorado Brasil e Flora, divulgada em abril de 2012, há expectativa de aumento do número de animais confinados de 19,3% superior ao ano anterior, o que pode ser uma das maiores taxas de crescimento da atividade. Pois, de acordo com o Anualpec (2011) entre 2003 e 2011, o crescimento médio do número de animais confinados foi de 5,7%, sendo que a maior expansão havia sido registrada em 2004, de 19%.

Devido a esta intensificação da produção de carne no Brasil torna-se necessária a utilização estratégica de forragens conservadas, associada ao uso racional de grãos e/ou subprodutos da agroindústria. Dentre as técnicas utilizadas para a conservação de forragem, a ensilagem tem sido apontada como instrumento auxiliar na manutenção da produção animal, por conservar a qualidade nutritiva das plantas forrageiras produzidas nas estações favoráveis.

Dentre as forrageiras utilizadas com o propósito de ensilagem, o milho destaca-se como espécie padrão. McDonald et al. (1991) evidenciaram, dentre outras características desta espécie, a baixa capacidade tampão e os adequados níveis de carboidratos solúveis, propiciando fermentação satisfatória para a população de bactérias produtoras de lactato. Bezerra et al. (1993) complementaram estas informações, ressaltando a facilidade de cultivo, adaptabilidade, alta produção de massa, bom valor nutritivo e alto consumo pelos animais.

O alto consumo associado ao incremento de carboidratos à dieta dos ruminantes alimentados com silagem de milho contribui para o aumento dos níveis de produção. Neste cenário, deve-se ressaltar que o aproveitamento, principalmente do amido, é dependente dos métodos de processamento utilizados na forragem, espécie e categoria animal a ser alimentada. Embora Orskov (1990) tenha destacado que para ruminantes com até 150 kg de peso

vivo é vantajoso o fornecimento de grãos de milho inteiro, em razão da maior habilidade de mastigação, a utilização do processamento das dietas de bovinos adultos deve sofrer tratamento mínimo para evitar que quantidade excessiva de grãos não digeridos seja eliminada nas fezes (BEAUCHEMIN et al., 1994).

O processamento da silagem de milho serve para expor os grânulos de amido à digestão (Beauchemin op. cit.), formando fissuras e quebrando ou expandindo os grânulos, por meio da eliminação da película externa do grão, o pericarpo, que constitui a barreira física que dificulta o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal, além de alterar a digestibilidade da porção fibra com o cisalhamento desta durante o processamento (WEISS et al., 2000).

O consumo de massa seca, ganho de peso dos animais e conversão alimentar são variáveis utilizadas em estudo de desempenho animal, representando importantes parâmetros para se avaliar o valor nutritivo das dietas, por expressarem as características físicas e químicas dos alimentos e a digestibilidade da dieta.

## 1. O milho como planta para ensilagem

Devido à flutuação estacional do crescimento das forrageiras e a necessidade de tornar a pecuária menos dependente das condições climáticas, a ensilagem tornou-se técnica amplamente difundida. Além disso, a intensificação dos sistemas de produção exige o uso de estratégias de conservação de forragem, não só para contornar as adversidades climáticas, mas também como instrumento auxiliar na manutenção da produção animal.

Deste modo, Pimentel et al. (1998) relataram que, para produzir silagem, é necessária a utilização de espécies forrageiras com elevada produção de massa por unidade de área e que estas apresentem alta qualidade, anuindo com Cunha et al., (2001), enquanto Nussio (2001) evidenciou características como mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original e baixo poder tampão, que propiciam satisfatória fermentação da massa ensilada, proporcionando assim silagem de boa qualidade capaz de conceder bom desempenho animal.

Portanto, a utilização de materiais homogêneos, de composição química mensurável possibilita a confecção de dietas equilibradas nutricionalmente e, para tal, é necessário o conhecimento da forragem ensilada, pois de acordo com Banys et al. (1996) e Rodrigues et al. (1996) seu valor nutritivo está intimamente relacionado às características agrônômicas da forrageira, estágio de maturação no momento da colheita e do processo fermentativo, peculiaridades que refletem diretamente sua composição química e, conseqüentemente, o desempenho animal.

Em pesquisa realizada com nutricionistas brasileiros responsáveis por cerca de 3.163.750 animais confinados, a silagem representa 67,7% da escolha dos nutricionistas a ser utilizada como fonte primária de volumoso para animais confinados, sendo a silagem de milho a mais utilizada, representando 38,10% deste total (Millen et al., 2009). Em complemento, Bernardes (2012) destacou que o milho é a espécie mais cultivada para a produção de silagens em fazendas leiteiras no Brasil e que, a minoria dos produtores está atenta ao manejo agrônômico desta espécie, como a escolha da classe do híbrido (superprecoce, precoce ou tardia) e o escalonamento de plantio. No entanto o autor ressalta que a produtividade deve estar associada ao valor nutritivo da silagem.

Dentre outros fatores, deve-se destacar que a qualidade da silagem de milho está relacionada com a participação de grãos na massa ensilada. Nussio (1993) enfatizou que para a silagem de milho assumir sua função de recurso forrageiro de alto valor nutritivo, deve apresentar elevada proporção de grãos (40 a 50 % da MS total da planta), o que de acordo com Restle et al. (2002) ocorre quando a espiga representa em torno de 60 a 65% do peso da planta. Da mesma forma, Mello et al. (2005) ao avaliarem a contribuição da espiga na percentagem total da massa ensilada de híbridos com grãos tipo duro observaram valor de 63%, considerado como ideal para a obtenção de silagem de boa qualidade.

Dessa forma, o momento ideal para colheita deverá ocorrer em estádios fisiológicos mais avançados possibilitando, assim, conciliar maior acúmulo líquido de biomassa da planta como um todo. Esta recomendação está de acordo com Beleze et al. (2003), que constataram, ao avaliar a produção de híbridos de milho, que o avanço da maturidade fisiológica tem correlação

positiva com a produtividade do híbrido e que, mais de 60,0% da produção de massa seca/ha foi devido à produção de grãos em t/ha, enquanto a produtividade/ha se correlacionou positivamente com a concentração de espiga e negativamente com a concentração de colmo + bainha quando expressa na matéria seca (MS) da planta inteira.

Porém, Andrae et al. (2001) ressaltaram que com o avanço do estágio fisiológico do grão há redução na digestibilidade da fibra, fato que pode ser compensado pela redução do teor de fibra devido ao enchimento do grão, uma vez que são eventos concomitantes, e causam mínima variação na digestibilidade da massa seca, já que dois terços dos nutrientes digestíveis totais (NDT) provêm das espigas (NUSSIO, 1993 e NUSSIO et al., 2001), sugerindo assim maior diluição da porção fibra solúvel em detergente neutro (FDN) por amido do grão.

Empresas produtoras de sementes de milho têm desenvolvido híbridos com gene leafy e brown midrib, os quais apresentam melhor qualidade de fibra e maior digestibilidade da planta total (Zago, 2002). Em revisão realizada por Demarquilly (1994), foi relatado o aumento na ingestão da silagem de milho pelos bovinos, devido ao incremento dos teores de MS. O autor destacou ainda pequena variação na digestibilidade da MS para o intervalo de 25 a 35% de MS da silagem de milho, devido ao aumento do teor de grão.

## 2. Processamento na ensilagem

Os fatores inerentes à técnica de ensilagem como processamento, tamanho de partícula e compactação da forragem também estão relacionados à qualidade da silagem. O processamento mecânico da forragem pode alterar sua fermentação, dependendo da extensão dos danos no tecido vegetal (WOOLFORD, 1984; SCHURIG et al., 1993; STRAUB et al., 1996; BAL et al., 1998 e AGUIAR et al., 2001).

O objetivo do processamento mecânico da massa de forragem a ser ensilada, de acordo com Johnson (1999) é desgastar, esmagar a estrutura da espiga e porção fibra (caule, folhas e brácteas). Neste sentido, a facilitação da fermentação ruminal, principalmente do amido, ocorre devido à maior exposição dos grânulos de amido pela ruptura do pericarpo, barreira física que

dificulta o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal, além de formar fissuras expandindo o grânulo de amido e a porção fibra devido ao cisalhamento (BEAUCHEMIN et al., 1994).

Estes fatos encontram sustentação na melhoria da fermentação ruminal, uma vez que, técnicas que incrementem a degradação ruminal desta fração permitindo maior eficiência na utilização dos alimentos por meio dos substratos produzidos, ácidos graxos voláteis e células microbianas, que representam a principal fonte de energia e aminoácidos para o ruminante, são de grande aceitação. Porém, deve-se destacar que os benefícios gerados pelo processamento mecânico da massa ensilada geram incremento de 7 a 15% no gasto energético da ensiladora, além da redução de capacidade de trabalho de até 28% (SCHURIG et al., 1993 e ROBERGE et al., 1998).

Bernardes (2012), em levantamento sobre as práticas de produção de silagem, expôs como principais entraves à produção de silagem processada, a falta de equipamentos e planejamento para as etapas de colheita, transporte e compactação da forragem, além da manutenção inadequada dos equipamentos. O mesmo autor destaca que apenas 9% dos produtores se utilizam de maquinários capazes de processar os grãos.

Outro fator importante relacionado ao processamento é a redução do tamanho médio de partícula. Ao avaliarem o tamanho de partícula resultante de processamentos mecânicos Schurig et al. (1993) e Roberge et al. (1998) constataram que estes causam redução no tamanho médio de partícula (TMP) de no mínimo 15% e máximo de 30% quando comparada à forragem não processada.

Tal redução no TMP poderia ser favorável ao processo de fermentação por facilitar a compactação da massa ensilada, principalmente quando a forragem é colhida com alto teor de matéria seca (FACTORI, 2011). De acordo com McDonald et al. (1991), o tamanho de partícula inferior à faixa de 20-30 mm pode favorecer a disponibilidade de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, estimular o crescimento das bactérias lácticas. No entanto, a redução do tamanho de partícula da forragem, associada ao maior grau de compactação, pode contribuir para aumentar as perdas por efluente em forragens com teores de matéria seca abaixo do recomendado (LOURES, 2000 e NUSSIO et al., 2002).

Adicionalmente deve-se considerar a textura do grão de milho, pois está relacionada à digestibilidade do amido, além da suscetibilidade ao ataque de pragas, no campo e/ou durante o armazenamento (JOHNSON et al., 2002). Para Shull et al. (1990) a proporção de endosperma vítreo e farináceo é o principal fator para a definição da textura do grão em amiláceo ou farináceo; dentado; duro ou cristalino; pipoca; doce e ceroso.

De acordo com Cruz & Pereira Filho (2005) cerca de 81,0% das sementes comercializadas no Brasil são de híbridos de textura dura e semi-dura. Em levantamento feito por Millen et al. (2009) verificou-se que 79,3% dos participantes da pesquisa utilizaram como fonte primária de grãos o milho e que 90,9% deste milho é do tipo duro ou cristalino. Conforme sugerido por Zinn et al. (2002) o processamento deste tipo de milho torna mais disponível a porção amido do grão. Tal fato pode ser explicado pelas diferenças nas características químicas entre os dois tipos de textura dos grãos.

### 3. Desempenho animal em confinamento

O amido é um polissacarídeo heterogêneo composto principalmente por moléculas de amilose e de amilopectina, ligadas por pontes de hidrogênio (Van Soest, 1994), sendo a amilose um polímero linear com ligações tipo  $\alpha$ -1,4, enquanto a amilopectina é um polímero ramificado, com pontos de ramificação  $\alpha$ -1,6. De acordo com Kotarski et al. (1992), a proporção de amilose no grânulo de amido varia de 14 a 34%, enquanto a amilopectina pode representar até 80% do amido nos grãos de milho.

A proporção destes polímeros é variável entre os cereais e influencia a taxa de degradação e a digestibilidade do amido. Os grânulos de amido são estruturas intracelulares parcialmente cristalinas, no entanto, pontes de hidrogênio são mais fortes nas cadeias de amilose com alto grau de polimerização e, contraditoriamente, nos grãos de milho, o endosperma farináceo apresenta maior proporção de amilose e o endosperma duro é associado à maior proporção de amilopectina.

No entanto, apesar da amilose ter maior força de cristalização, o fator químico que pode ser utilizado para explicar a maior ou menor digestibilidade do amido é a vitreosidade do grão. Shull et al. (1988) destacaram que a

vitreosidade é característica relacionada à aparência do grão e que, por sua vez é dependente da quantidade de matriz protéica presente no endosperma do grão.

Em complemento, Paes (2006) destacou que o endosperma farináceo apresenta grânulos de amido dispersos, não havendo grande volume de matriz protéica circundando os grânulos, fato que resulta na ocorrência de espaços vazios durante e após o processo de secagem do grão, a partir das áreas onde antes eram ocupadas pela água no estágio de desenvolvimento do grão. Por outro lado, nos endospermas vítreos, os corpos protéicos são abundantes e estão embebidos em uma matriz proteica contínua que envolve os grânulos de amido e durante o processo de secagem esta matriz atua como adesivo, não permitindo a formação de espaços entre os grânulos de amido.

A melhor digestão e degradação ruminal do polímero amilose do amido de milho pode ser explicada pela alta cristalização, como relatado nas pesquisas de Philippeau e Michalet-Doreau (1998), que ao avaliarem a degradabilidade ruminal de híbridos de milho com textura dentada versus dura encontraram valores de 72,3% e 61,6% para a degradações dos híbridos dentado e duro, respectivamente. Ao determinarem a vitreosidade dos grãos dentados e duros Philippeau e Michalet-Doreau (1999) constataram maiores valores para os grãos de endosperma duro 66,8% contra 51,7% para os grãos com endosperma dentado.

Pelo exposto, os benefícios causados pelo processamento, principalmente para híbridos com textura dura e colhidos a partir da maturação fisiológica do grão (ponto de camada preta), estão associados ao aumento na eficiência de adesão e, conseqüente, digestão dos nutrientes pelos microrganismos ruminais e no trato total resultando em aumento no desempenho animal (GALYEAN et al., 1979; NOCEK e TAMINGA, 1991 e ZINN et al., 2002).

Entretanto, outros fatores podem afetar a digestão no rúmen e comprometer o desempenho animal. Além do processamento dos alimentos e tamanho da partícula Hoover e Stokes (1991) destacaram a taxa de passagem, relação concentrado:volumoso, variações na microbiota ruminal e nas características físico-químicas do rúmen, como possíveis fatores limitantes à taxa de ingestão e fermentação ruminal.

O consumo de matéria seca é o fator mais importante na determinação do desempenho animal, pois é o primeiro ponto determinante na ingestão de nutrientes, principalmente energia e proteína, necessários ao atendimento de exigências de manutenção e produção animal (NOLLER et al., 1996). Em ruminantes, fatores fisiológicos e físicos são responsáveis pelo controle da cinética ruminal e, conseqüentemente, são correlacionados ao consumo (MERTENS, 1994 e VALADARES FILHO & PINA, 2006).

Segundo o NRC (2001), os fatores primários que controlam a ingestão são respostas dos efeitos diretos da dieta, como distensão da parede ruminal, pH do conteúdo do rúmen e concentração de acetato. Conrad et al. (1964) advertiram que além das características da dieta, a ingestão é dependente das características do animal. Leme et al. (2003) ressaltaram que a maior parte do rebanho bovino brasileiro é constituída de zebuínos e seus cruzamentos, sendo a principal raça o Nelore, que possui boa adaptação ao ambiente tropical e utilizam mais eficientemente dietas com maior teor de fibra, devido a menor exigência de manutenção dos *Bos indicus* (FRISCH & VERCOE, 1977).

No entanto, quando a limitação ocorre pela incapacidade física do animal, em função da dieta conter altas proporções de fibra em detergente neutro, a ingestão está relacionada à capacidade máxima de ingestão de FDN, ocorrendo interrupção da ingestão voluntária devido à limitação de distensão ruminal (MERTENS, 1987 e 1988). Porém, ao avaliar a ingestão voluntária de dietas de melhor qualidade, pode-se relacionar a ingestão a fatores metabólicos, como a demanda fisiológica do animal. Segundo Mertens (1983), a priori, a característica que influencia esta relação é a digestibilidade. A saciedade seria o fator fisiológico limitante do consumo para dietas com elevada densidade calórica. Neste caso, a exigência energética do animal controlaria o consumo, como em condições de confinamento.

Este fato pode ser observado por Bürger et al. (2000) que verificaram diminuição linear do consumo de nutrientes com o aumento dos níveis de concentrado nas dietas (30; 45; 60; 75 e 90%). Outros autores destacaram que a resposta animal à adição de concentrado tende a ser quadrática e não linear (TIBO et al., 2000 e GESUALDI Jr. et al., 2000).

Em estudos com novilhos alimentados com dietas contendo elevados níveis de concentrados, Turgeon et al. (1983) verificaram aumentos lineares no

consumo com o aumento nas proporções de volumosos de 5 a 15% da dieta. Araújo et al. (1998) constataram que a adição de doses crescentes de volumoso (10 a 90%) à dieta de bezerros holandeses provocou aumento linear no consumo de FDN e efeito quadrático sobre os consumos de MS e MO, expressos em kg/dia, cujo ponto de máximo foi estimado com 33,3% de volumoso para ambos os nutrientes, valor próximo à média (30%) relatada por Millen et al. (2009), porém acima da média (8,65%) destacada por Vasconcelos e Galyean (2007).

Além destes fatos, Mertens (1992) já havia enfatizado que a excessiva redução nos níveis de fibras das dietas dos ruminantes pode ser prejudicial para a digestibilidade total dos alimentos, visto que a fibra é fundamental para a manutenção das condições ótimas do rúmen, pois altera as proporções de ácidos graxos voláteis (AGV), estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados à atividade microbiana.

De acordo com Restle e Vaz (1999) a lucratividade dos sistemas confinados tem reduzido, principalmente em função dos altos custos do concentrado utilizado na alimentação, que são responsáveis por aproximadamente 70% do custo total do confinamento. Pelo exposto, estudos sobre níveis de substituição de concentrado por volumoso de melhor qualidade nutricional, a fim de reduzir custos sem a perda de produtividade poderia ser alternativa atraente para aumentar a lucratividade dos confinamentos.

#### 4. Análise de custo

Em virtude da nova ordem econômica, as atividades agropecuárias atingiram grau de complexidade semelhante aos demais setores da economia, exigindo do produtor nova visão da administração dos seus negócios. Planejamento, controle, a gestão produtiva e empresarial das fazendas são ferramentas que auxiliam a análise econômica do confinamento e, sequencialmente, a viabilidade do empreendimento (LACORTE, 2002 e SANTOS et al., 2002). Segundo Antonialli (1998) administrar uma empresa rural resume-se em exercer as funções de planejar, organizar, dirigir e controlar os esforços de um grupo de pessoas, visando atingir objetivos previamente determinados.

Deve-se evidenciar ainda, que o confinamento é uma estratégia para reduzir a idade de abate, aumentar o giro de capital e produzir carcaças de alta qualidade que vem crescendo nos últimos oito anos e coloca o Brasil como o maior exportador de carne desde 2003 e detentor do maior rebanho comercial do mundo (PEREIRA et al., 2008 e MILLEN et al., 2011). Desta forma, é essencial o estudo de estratégias de alimentação que otimizem a resposta animal (JOBIM et al., 2007).

Na avaliação de sistemas de engorda em confinamentos, o ganho de peso é o principal parâmetro para averiguação rápida e parcial dos resultados, servindo como base nas tomadas de decisão do sistema produtivo. De acordo com Lopes e Carvalho (2002), analisar economicamente a fase de terminação é importante, pois o produtor passa a conhecer com detalhes e a utilizar, de maneira eficiente, os fatores de produção. E a partir desta análise pode localizar os pontos de estrangulamento, para depois concentrar esforços gerenciais e tecnológicos, a fim de obter sucesso na atividade e atingir seus objetivos de maximização de lucros ou minimização de custos.

Com base nessas informações, este estudo está apresentado em dois capítulos intitulados: Capítulo II – “Processamento mecânico da silagem de milho e níveis de concentrado sobre o desempenho de tourinhos Nelore não castrados confinados”; Capítulo III – “Influência do processamento mecânico da silagem sobre o tamanho de partícula e aproveitamento do amido por bovinos confinados”. A redação de ambos os capítulos foram realizadas de acordo com as normas do Journal of Animal Science.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2001. p.314-315.

ANDRAE, J.G.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; KENNINGTON, L.R.; HARRISON, J.H. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. Journal of Dairy Science, Lancaster, v. 79, p. 2268–2275, 2001.

- ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2011. 378p.
- ARAÚJO, G.G.L., COELHO DA SILVA, J.F., VALADARES FILHO, S.C. et al. 1998. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, 27(2):345-354.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 13.ed. Washington D.C.: 1985. p.1141.
- BAL, M. A., R. D. Shaver, K. J. Shinnors, and L. D. Satter. 1998. Effect of mechanical processing on the utilization of whole-plant corn silage by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81 (Suppl.1):334(Abstr).
- BANYS, V. L.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. von; FALCO, J. E.; et al. Consórcio milho-girassol: características agrônômicas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 20, n. 1, p. 84-89, jan./ mar. 1996.
- BEAUCHEMIN, K.A.; McALLISTER, T.A.; DONG, V. et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. *Journal of Animal Science*, v.72, n.2, p.236-246, 1994
- BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vicosa v. 32, n. 3, p. 529-537, 2003.
- BERNARDES, Thiago Fernandes. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil**. Lavras: Univ. Federal de Lavras, 2012. 17 p.
- BEZERRA, E. S.; VON TIESENHAUSEN, I. M. E. V.; OLIVEIRA, A. I. G. et al. Valor nutricional das silagens de milho, milho associado com sorgo e rebrotas de sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vicosa v. 22, n. 6, p. 1045-1054, 1993.
- BÜRGER, P.J., PEREIRA, J.C., COELHO DA SILVA, J.F. et. al. 2000. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, 29(1):206-214.
- CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I- Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal Dairy Science.*, 47(1):54-62.
- CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; SANTOS, L. E. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Suffolk alimentados com diferentes volumosos. *Ciência Rural*, Santa Maria v. 31, n. 4, p. 671-676, 2001.
- DEMARQUILLY, C. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage. INRA: Production Animal, França, v. 7, n. 3, p. 177-189, 1994.

- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.
- FACTORI, M.A. Demanda energética na colheita, degradabilidade e digestibilidade da silagem de híbridos de milho. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2011. 60p. Tese.
- FERREIRA, J. J. Milho como forrageira: eficiência a ser conquistada pelo Brasil. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.14, n.164, p.44-46, 1990.
- FOLDAGER, J. Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation. East Lansing: Michigan State University, 1977. 167p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Michigan State University, 1977.
- FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbreed cattle. *Animal Production*, v.25, p.343-358, 1977.
- GALYEAN, M.L.; WAGNER, D.G.; OWENS, F.N. corn particle size and site and extent of digestion by steers. *Journal of Animal Science*, v.49, p.204-110, 1979.
- GESUALDI JR., A., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: consumo, conversão alimentar e ganho de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.5, p.1458-1466, 2000.
- GOERING, H.K.; Van SOEST, P.J. Forage fiber analysis. Washington, D.C.: USDA, 1970. p.379. (Agricultural Handbook).
- HOOVER, W.H., STOKES, S.R. 1991. Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. *Journal Dairy Science*, 74(10):3630-3644.
- JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. Goiânia – Goiás, maio 2003. p. 357-376.
- JOHNSON, L. et al. Corn silage management I: effects of hybrid, maturity and mechanical processing on chemical and physical characteristic. *Journal of Dairy Science*, Campaign v.85, n. 4, p. 833-853, Apr 2002.
- JOHNSON, L. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and Mechanical process. A contemporary review. *Journal of Dairy Science*, v.82, p. 2813-2825, 1999.
- KOTARSKI, S.F., WANISHA, R.D., THUR, K.K. Starch hydrolysis by ruminal microflora. *Journal of Nutrition*, 122:178-190, 1992.
- KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. *Journal Nutrition*, v.122, n.1, p.178-190, 1992.

KUNG JR., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. et al. Added ammonia or microbial inoculate for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. *Journal of Dairy Science*, v.67, p.299-306, 1984.

LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICHS, J.A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, v.79, n.5, p.922-928, 1996.

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

LOURES, D.R.S. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Cameroon. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B.. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo / Brazilian Journal of Maize and Sorghum*, v. 4, p. 79-94, 2005.

MERTENS, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal Animal Science*, 64(7):1548-58.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.

MERTENS, D.R. Balancing carbohydrate in dairy rations. In: LARGE HERD DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 1988, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University, 1988. p.150-161.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MERTENS, D.R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1983, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University, 1983. p.60-68.

MILLEN, D.D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *Journal of Animal Science*, v.87, p.3427-3439, 2009.

MORON I.R.; TEIXEIRA J.C.; OLIVEIRA A.I.G.; J. R. O., PEREZ, J.R.O.; OLIVEIRA J.S. Cinética da Digestão Ruminal do Amido dos Grãos de Milho e Sorgo

Submetidos a Diferentes Formas de Processamento. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.24, n.1, p.208-212, jan./mar., 2000.

MÜLBACH, P. R. F. Silagem: produção com controle de perdas. In: LOBATO, J. F. P., BARCELLOS, J.O.J.; KESSLER, A.M. et al. (Eds.) *Produção de bovinos de corte*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p. 97-120.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 8.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 2001. 408p.

NOLLER, C.H.; NASCIMENTO Jr., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) *SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM*, 13., 1996, Piracicaba. *Produção de bovinos a pasto. Anais...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agropecuários "Luiz de Queiroz", 1997. p.319-352.

NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para a produção de silagem. Editado por Santos, F. A. P.; Nussio, L. G.; Silva, S. C. *Volumosos para bovinos*. Piracicaba: FEALQ, 75-177, 1993. il.

NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. In: *CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO*, 19., 1992, Porto Alegre. *Conferências...* Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS/ Emater-RS/Embrapa-CNPMS, 1992. p. 155-175.

NUSSIO, L. G., Campos, F. P., Dias, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: *Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas*. Maringá-PR. 2001. *Anais...UEM/CCA/DZO*, Maringá, 2001, vol.1, p.127- 145.

NUSSIO, L. G.; Campos, F. P.; Dias, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. *SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS*, p. 127-145, 2001.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 2002, 39., Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.60-83.

ORSKOV, E.R. *Alimentación de los rumiantes: principios e práctico*. Zaragoza: 1990. 115.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Circular Técnica 75).

PHILIPPEAU, C., and B. Michalet-Doreau. 1998. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *J Dairy Sci*. 81:2178–2184.

PHILIPPEAU, C., C. Martin, and B. Michalet-Doreau. 1999. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. *J. Anim. Sci*. 77:1587–1596.

PIMENTEL, J.J.O.; SILVA, J.F.C.; FILHO, S.C.V. et al. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vicosa v. 27, n. 5, p. 1042-1049, 1998.

RESTLE, J. et al. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 2002, vol. 31, nº 3, p.1235-1244.

RESTLE, J.; VAZ, F.N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J.; KESSELER, A.M. (Eds.). *Produção de bovinos de corte*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p.141-168.

ROBERGE, M., P. Savoie, and E. Norris. 1998. Evaluation of a crop processor in a pull-type forage harvester. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 41(4):967-972.

RODRIGUES, L.R.R., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M. et al. Consumo de rações contendo quatro níveis de concentrado por bovinos holandeses e nelore e por bubalinos. *Revista Brasileira Zootecnia*, 25(3):568-581,1996.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: user's guide. Version 6.11. 4th ed. Cary, 1996. 842 p.

SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar. 2006. 228f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SCHURIG, M., and G. Rodel. 1993. Power consumption and the effect of corncrackers. ASAE paper no. 931586. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

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, 1990.

SHULL, J. M.; Developmental study of a hard, intermediate and soft variety os sorghum. 85 p. Dissertation (Masters) West Laffayette, Purdue University 1988.

STRAUB, R. J., R. G. Koegel, L. D. Satter, and T. J. Kraus. 1996. Evaluation of a corn silage processor. ASAE paper no. 961033. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dieta de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore: consumo e digestibilidades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.910-920, 2000.

TURGEON, O.A.; BRINK JR., D.R.; BRITTON, R.A. Corn particle size mixtures, roughage level and starch utilization in finishing steer diets. *Journal of Animal Science*, v.57, n.3, p.739-749, 1983.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of The Ruminant*. Cornell University Pree.20 ed., 1994. 476p

VASCONCELOS, J. T., and M. L. Galyean. 2007. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.* 85:2772–2781.

WEISS, W. P., and D. J. Wyatt. 2000. Effect of oil content and kernel processing of corn silage on digestibility and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:351–358.

WOOLFORD, M.K. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

ZAGO, C. P. Híbridos de milho e sorgo para silagem: características agronômicas e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2002. p. 351-372.

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

## **CAPÍTULO 2**

Processamento mecânico da silagem de milho e níveis de concentrado sobre o desempenho de tourinhos Nelore não castrados confinados

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do processamento das plantas de milho na ensilagem sobre o desempenho de bovinos confinados. Foram utilizados 72 animais da raça Nelore com idade aproximada de dezoito meses e peso vivo inicial de  $392,80 \pm 24,42$ kg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 (processamentos e relação concentrado:volumoso). Não houve interação para as variáveis consumo de matéria seca e conversão alimentar. Houve efeito significativo para silagem e relação concentrado:volumoso no consumo de matéria seca em função do peso metabólico. O maior consumo foi observado com a silagem processada e para a relação concentrado volumoso de 60:40. Para o consumo de matéria seca/dia houve efeito somente na relação concentrado:volumoso, sendo o maior consumo para a relação 60:40. A conversão alimentar apresentou diferença somente para o período, sendo a melhor conversão para o 1º período. Para ganho de peso houve interação para silagem e relação concentrado:volumoso. Verificou-se menor consumo para a silagem processada na relação 80:20. Porém, para a silagem não processada não foi observada diferença entre as relações concentrado:volumoso. A colheita do milho para silagem, no estágio de maturidade fisiológica dos grãos, associada ao processamento da massa durante a ensilagem, permite balancear dietas com 60% de concentrado para tourinhos não castrados confinados.

**Palavras-chave:** bovinos, esmagamento, ponto de colheita, *zea mays*

**ABSTRACT:** A study involving a 2 x 2 factorial arrangement of treatments was conducted to evaluate effects of corn silage processing and concentrate-to-forage ratio on feedlot cattle performance. 72 Nelore breed aged approximately eighteen months ( $392.80 \pm 24.42$  kg BW) were used. No significant interaction was observed between dry matter intake and feed conversion ratio. There was observed a significant effect of silage and concentrate-to-forage ratio on dry matter intake due to metabolic weight. The highest consumption was observed for the processed corn silage at concentrate-to-forage ratio 60:40. Related to dry matter intake/day there was a significant effect only for concentrate-to-forage ratio, being the highest intake on 60% forage and 40% concentrate. There was a significant effect for feed conversion ratio only for the period, being the best one observed for the 1st period. Related to weight gain there was an interaction for silage and concentrate-to-forage ratio. It was determined less consumption for processed corn silage on concentrate-to-forage ratio 80:20. However was not observed effect on unprocessed corn silage between concentrate-to-forage ratio. The harvest of corn for silage, at physiological maturity of the grains associated with the processing of silage mass during ensilage, allows diets with 60% of concentrate for Nelore breed feedlot.

**Key Words:** cattle, crushing, harvesting stage, *zea mays*

## INTRODUÇÃO

Devido à intensificação da produção de carne e de leite o número de animais em sistema de confinamento vem crescendo rapidamente no Brasil. As rações fornecidas durante o confinamento são oriundas da combinação de diferentes alimentos, entretanto o custo elevado dos concentrados dificulta a prática, o que implica na procura de ingredientes que proporcionem combinação adequada com maior economia. Dessa forma, torna-se necessária a utilização estratégica de forragens conservadas associada ao uso racional de grãos e/ou subprodutos da agroindústria.

Dentre as técnicas utilizadas para a conservação de forragem, a ensilagem tem sido apontada como instrumento auxiliar na manutenção da produção animal por conservar a qualidade nutritiva das plantas forrageiras produzidas nas estações favoráveis. Dentre as forrageiras utilizadas com o propósito de ensilagem, o milho destaca-se como espécie padrão devido à facilidade de cultivo, adaptabilidade, alta produção de massa, facilidade de fermentação no silo, bom valor nutritivo e alto consumo pelos animais (Bezerra et al., 1993). De acordo com McDonald et al. (1991), a planta de milho é ideal para a ensilagem, por apresentar dentre outras características pequena capacidade tampão e conter níveis adequados de carboidratos solúveis o que propicia fermentação satisfatória para a população de bactérias produtoras de lactato.

O aumento dos níveis de produção animal geralmente é associado ao aumento na proporção de alimentos ricos em carboidratos solúveis e o milho é a principal fonte de amido utilizada em dietas para ruminantes. No entanto, seu aproveitamento depende dos métodos de processamento aos quais são submetidos (Theurer, 1986). Para ovinos, caprinos e bovinos de até 150 kg de peso vivo, é vantajoso que os grãos sejam fornecidos inteiros (Orskov, 1990), em razão da maior habilidade de mastigação. Porém, para bovinos adultos deve ser efetuado tratamento mínimo para evitar que quantidade excessiva de grãos não digeridos seja eliminada nas fezes.

O processamento da silagem visa melhorar a qualidade do material por meio de tratamento mecânico do grão e da porção vegetativa durante a colheita. O tratamento mecânico pode ser realizado principalmente pela maceração do grão ou cortes sucessivos na fração vegetativa da planta. O processamento físico se constitui em estratégia importante para colheita de plantas com avançado estágio de maturação, que permite exploração de maior síntese líquida de biomassa pela planta e evita o impacto

negativo acentuado da perda de energia digestível das frações grãos e vegetativa por promover maior digestibilidade das porções processadas (Silveira, 2009).

O processamento do milho serve para expor os grânulos de amido à digestão (Beauchemin et al., 1994), formando fissuras, quebrando, ou expandindo o amido, por meio da eliminação da película externa do grão, o pericarpo, que constitui barreira física que dificulta o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal (Kotarski et al., 1992). O desempenho animal é a melhor forma de avaliar a qualidade de um volumoso. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho animal com uso de silagem com e sem processamento com diferentes níveis de inclusão de concentrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado conforme normas da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob protocolo nº 03/2012-CEUA, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Botucatu.

Os tratamentos experimentais testados foram: P60:40 - silagem processada com relação concentrado:volumoso 60:40, NP80:20 - silagem não processada com relação concentrado:volumoso 80:20, NP60:40 - silagem não processada com relação concentrado:volumoso 60:40, e P80:20 - silagem processada com relação concentrado:volumoso 80:20.

### Volumoso

O volumoso utilizado foi a silagem de milho, híbrido DAS 2B707, tipo simples, textura do grão dura, ciclo precoce, porte médio-alto, destinado à produção de grão com densidade de semeadura de 66 mil plantas e estande final de 60.294 plantas por hectare, com produtividade de massa verde por hectare de 33.471,53kg/ha e equivalente a 10.710,89kg de grão/ha. O híbrido foi cultivado em sistema convencional, sem irrigação complementar, com espaçamento entre linhas de 0,85m. Para a adubação de plantio foi utilizada a fórmula NPK 8-28-16 (320kg/ha) e 30 dias após a emergência das plantas foi realizada adubação nitrogenada de cobertura, com 200 kg de N/ha, na forma de uréia.

O critério adotado para definir o momento do corte para ensilagem foi a maturidade do grão, sendo o corte realizado após o aparecimento da camada preta do grão (40-45% matéria seca da massa ensilada). Foram utilizados silos do tipo superfície, e o corte efetuado a 20 cm de altura do solo utilizando-se de máquina Automotriz 7 300,

John Deere®, equipada com kit para processar os grãos, sendo que esta foi regulada para padronizar o tamanho das partículas em 2,0 cm.

Para as análises em microscopia eletrônica de varredura, as amostras foram diluídas em álcool etílico 100% (1/10) e adicionado 2 gotas nos stubs. Após este procedimento, as amostras foram cobertas com 10nm de ouro (metalizador MED 010 da Balzers) e analisadas ao microscópio eletrônico de varredura (SEM 515 da Philips), sobtensão de 20 Kv.

#### Instalações experimentais e Animais

O estudo foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu no confinamento experimental de bovinos de corte. Os animais foram alojados em baias descobertas de 150 metros quadrados, com piso de terra batida e lotação de três animais por baia, tendo cada baia cinco metros lineares de cocho em alvenaria e bebedouros com enchimento automático, sendo estes limpos pelo menos uma vez por semana com a retirada de todo o material orgânico acumulado.

Foram utilizados 72 machos não castrados da raça Nelore, com idade aproximada de dezoito meses e peso vivo médio inicial de  $392,80 \pm 24,42$  kg, provenientes de recria a pasto, em lotação contínua sem suplementação.

#### Período Experimental, Dieta e Arraçoamento

Durante a fase pré-experimental, sete dias antes do início do experimento, ocorreu a seleção, pesagem, identificação, vacinação, desverminação e transporte dos animais. O estudo teve início em 08/08/2010 e término em 18/11/2010, totalizando 102 dias de confinamento, subdividido em três períodos experimentais de 28 dias e um de 18 dias.

O primeiro período de 28 dias, denominado adaptação, foi dividido em quatro subperíodos de sete dias, sendo o fornecimento das dietas com consumo *ad libitum* e níveis de concentrado crescentes (50, 60, 70 e 80%) até atingir a relação concentrado:volumoso desejada (60:40 e 80:20), de acordo com os tratamentos propostos.

As dietas utilizadas foram formuladas segundo o sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System 5. 0. 40, nível 2 (CNCPS, 2000) para ganhos diários esperados de 1,3 kg/animal. Diariamente foi realizado o ajuste da quantidade da dieta

fornecida, com base na sobra retirada antes da primeira alimentação. O fornecimento da dieta foi realizado duas vezes ao dia, 40% da oferta diária às 08h e 60% às 15h. A formulação e composição bromatológica das dietas estão apresentadas na Tabela 1.

Ao longo do período experimental, foram feitas amostragens semanais da dieta para as análises laboratoriais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), e cinza de acordo com metodologia descrita por AOAC (1990). Para as determinações da fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foi utilizada a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) com  $\alpha$ -amilase termo-estável e uréia a 8 molar, a fim de reduzir a contaminação do amido e facilitar a filtragem. O amido, determinado segundo Poore et al. (1989) e o cálculo para estimar o valor da Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) seguiu metodologia descrita por Mertens (1997).

**Tabela 1** Ingredientes e composição bromatológica das dietas

	<b>Tratamentos</b>			
	<b>P60:40</b>	<b>P80:20</b>	<b>NP60:40</b>	<b>NP80:20</b>
<b>Silagem</b>	Processada	Processada	Não Processada	Não processada
<b>Relação C:V (%)</b>	60:40	80:20	60:40	80:20
<b>Ingredientes (% MS)</b>				
Silagem de milho	40,0	20,0	40,0	20,0
Milho grão	27,0	25,0	27,0	25,0
Casca de soja	2,0	25,0	2,0	25,0
Polpa cítrica	15,0	15,0	15,0	15,00
Farelo de girassol AE <sup>1</sup>	8,00	9,0	8,00	9,0
Farelo de soja	5,00	3,00	5,00	3,00
Uréia	1,20	1,0	1,20	1,0
Núcleo Mineral <sup>2</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0
<b>Composição Bromatológicas (% MS)</b>				
Matéria Seca	61,87	68,56	62,30	69,30
Proteína Bruta	13,68	14,90	13,04	13,74
FDN <sup>3</sup>	32,53	36,39	35,06	37,30
FDNfe <sup>4</sup>	24,73	19,90	28,80	20,73
FDA <sup>4</sup>	18,02	24,80	19,03	21,72
Amido	24,47	14,74	30,33	16,67

<sup>1</sup>Alta energia; <sup>2</sup>Cálcio 183,2g, Fósforo 38,0g, Enxofre 14,1g, Sódio 113,4g, Cobre 1178,1mg, Cobalto 60,9mg, Iodo 78,4mg, Manganês 63,3mg, Monensina 1,8mg, Selênio 17,6mg, Zinco 2961,1mg, Monensina 1,8mg e Virginamicina 1g; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>4</sup>Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva e <sup>5</sup>Fibra em detergente ácido.

Desempenho produtivo dos animais

As dietas foram preparadas em vagão misturador e a quantidade fornecida para cada baia foi pesada individualmente em balança tipo plataforma com visor digital e precisão de 50 gramas. As sobras foram retiradas e pesadas diariamente antes do fornecimento do primeiro trato, com o objetivo de mensurar o consumo voluntário de matéria seca por meio da diferença de peso entre a dieta fornecida e a sobra recolhida no dia seguinte e ajustar o fornecimento da dieta para o dia subsequente, possibilitando sobra de 10% do oferecido.

Ao término de cada período experimental os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas, sempre pela manhã (8:00h), para se obter o ganho de peso do período. O consumo, ganho de peso e conversão alimentar foram calculadas para cada período experimental. Os animais foram abatidos em frigorífico comercial com peso final médio de  $521,69 \pm 35,90$  kg, para atender as exigências do frigorífico.

#### Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial  $2 \times 2$ , sendo os fatores: processamento da silagem e relação concentrado:volumoso. Dessa forma, os quatro tratamentos experimentais foram: P60:40 - silagem processada com relação concentrado:volumoso 60:40, NP80:20 - silagem não processada com relação concentrado:volumoso 80:20, NP60:40 - silagem não processada com relação concentrado:volumoso 60:40, e P80:20 - silagem processada com relação concentrado:volumoso 80:20.

Cada tratamento foi composto por seis baias com três animais por baia, as quais foram consideradas as unidades experimentais. O peso inicial dos animais foi o critério adotado para distribuição dos mesmos entre os tratamentos.

#### Análise Estatística

Os dados foram analisados quanto à normalidade de distribuição e à homogeneidade da variância pelo procedimento MIXED (SAS, 1996), com nível de significância de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Para os valores obtidos para consumo voluntário de matéria seca (CMS) em função do peso metabólico, não foi observada interação entre as variáveis relação concentrado:volumoso (RCV) e processamento das silagens. No entanto, houve efeito para relação concentrado:volumoso e processamento da silagens (Tabela 2), sendo observado maior consumo de matéria seca para os animais alimentados com RCV de 60:40 e silagem processada.

**Tabela 2:** Valores médios para consumo de matéria seca das relações concentrado:volumoso e silagens

Consumo	Relação concentrado:volumoso		Valor de P	Coeficiente de Variação
	60:40	80:20		
g/kgPV <sup>0,75</sup>	108,30 a	100,30 b	0,0011	7,04
kg/dia	10,70 a	9,82 b	0,0376	12,03
Silagem				
Consumo	Processada	Não Processada	Valor de P	Coeficiente de Variação
g/kgPV <sup>0,75</sup>	107,10 a	101,50 b	0,0174	7,04

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os valores obtidos para ganho de peso diário apresentaram interação para as variáveis silagens e RCV, com valor de P = 0,0155 e são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Valores médios de ganho de peso diário (kg)

Silagem	Relação concentrado:volumoso	
	60:40	80:20
Processada	1,352 Aa	1,090 Bb
Não Processada	1,200 Bb	1,335 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey.

Não houve interação das variáveis silagens e RCV para a conversão alimentar, sendo constatado valor de P > 0,05 e valor médio de 7,22 kg de MS/kg de ganho de peso. No entanto, a conversão alimentar obtida no primeiro período experimental diferiu (P = 0,0022) do segundo e terceiro (6,065; 7,5093 e 8,0879 kg de MS/kg de ganho de peso, respectivamente).

## DISCUSSÃO

O CMS apresentou comportamento inverso à inclusão de concentrado na dieta. Deste modo, os resultados permitem inferir que não houve efeito de enchimento ocasionado pelo aumento do consumo de FDN para os tratamentos testados, sendo o consumo máximo de FDN observado igual a 0,867% do peso vivo, valor inferior ao sugerido por Mertens (1992), de 1,2% do peso vivo, necessário para que a ingestão de alimentos seja controlada pelo efeito de enchimento no rúmen. Deve-se ressaltar ainda, que de acordo com Frisch e Vercoe (1977) os zebuínos utilizam dietas com maior teor de fibra de forma mais eficientemente que os taurinos, devido a menor exigência de manutenção dos *Bos indicus*.

Assim sendo, pode-se ressaltar que a ingestão de alimentos foi, possivelmente, limitada pela demanda energética do animal, confirmando as considerações de Conrad et al. (1964) e Van Soest (1994), as quais evidenciaram que o CMS pode ser controlado por fatores fisiológicos e que a demanda energética do animal define o consumo de dietas com alta densidade calórica.

O máximo CMS observado foi para RCV de 60:40, valor este superior ao encontrado por Pacheco et al. (2005) de 8,94 kg/animal dia ao utilizarem a mesma RCV. Possivelmente, os resultados observados para este tratamento podem estar relacionados a maior produção de saliva para tamponar o meio ruminal, fato que otimizaria a fermentação ruminal e, conseqüentemente, o aproveitamento da dieta. Resultados que corroboram com os determinados por Vêras et al. (2000), que ao testar níveis crescentes de concentrado na dieta de bovinos não castrados relataram que o melhor nível de inclusão de concentrado na ração foi próximo a 60%, por ocasionar máxima ingestão de nutrientes digestíveis totais, bem como a máxima digestibilidade dos carboidratos.

Souza et al. (2002) e Silva et al. (2005), ao avaliarem o desempenho de bovinos de corte, relataram que o aumento do nível de concentrado na dieta, contendo como fonte de volumoso silagem de milho e silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu proporcionou aumento linear no CMS (5,31 – 9,52 kg/animal dia), para nível de inclusão máximo de concentrado de 65% da dieta ofertada. Em complemento, pode-se destacar Bulle et al. (2002), Berndt et al. (2002) e Oliveira Júnior et al. (2006) que ao trabalharem com a inclusão de 80% de concentrado na dieta, observaram CMS máximo de 7,34; 8,3 e 7,55kg/animal dia, respectivamente, indicando que os animais recebendo níveis mais elevados de concentrado reduziram seu consumo, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo para o CMS, expressos em  $g/kgPV^{0,75}$ , da variável

RCV (Tabela 2), sendo o CMS da RCV 60:40 superior em 7,38% ao observado para a RCV 80:20.

Sendo o máximo CMS observado superior as médias 94,09; 94,96 e 102,63 g/kgPV<sup>0,75</sup> relatadas, respectivamente, por Pimentel et al. (1998), Miranda et al. (1999) e Gattass et al. (2008) e intermediário aos valores encontrados por Pereira et al. (2006) que ao avaliarem níveis de inclusão de concentrado na dieta relataram valores variáveis entre 96,56 e 111,73g/kgPV<sup>0,75</sup>.

Os dados de CMS ajustados em função do peso metabólico observados para a variável silagem demonstram a efetividade do processamento (P=0,0174) para plantas de milho em estágio avançado de maturidade do grão (camada preta), corroborando com Johnson et al. (1999) que relacionaram o melhor aproveitamento do amido, após o processamento de grãos em estágio de maturidade fisiológica, devido ao aumento no teor de amido.

Deve-se evidenciar que o processamento físico parece não afetar a composição química da silagem de milho, porém segundo Weiss et al. (2000) o processamento altera a digestibilidade do amido e da porção fibra, por ocasionar fissuras nos grãos de milho e cisalhamento da porção fibra, corroborando com os dados observados no presente ensaio. Ao predizer a digestibilidade da matéria orgânica (DIVMO) pela espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) pôde-se constatar acréscimo na DIVMO de 6,44% (59,9 – 64,02%) para a silagem processada e maior exposição dos grãos de amido (Figura 1) quando comparada a silagem não processada (Figura 2).

Deste modo, pode-se ressaltar que o processamento da massa a ser ensilada prima pela melhora da qualidade da silagem devido ao tratamento mecânico, maceração dos grãos e da porção vegetativa durante a colheita.

Apesar de Andrae et al. (2001) salientarem que com o avanço do estágio fisiológico do grão há redução na digestibilidade da fibra, no presente estudo, pôde-se observar acréscimo no CMS da silagem processada em g/kgPV<sup>0,75</sup> de 5,23% quando comparada à silagem sem processamento. Tal fato pode ser explicado pela hipótese da diluição da FDN pelo progressivo aumento do amido devido ao enchimento do grão, porém deve ser ressaltada a dependência do processamento para maior exposição do endosperma, principalmente quando se utiliza híbridos com textura de grão dura. Ou ainda, de acordo com Silveira (2009) pode ser atribuído a maior disponibilidade de substrato, amido, ao desenvolvimento microbiano e em consequência desta, maior eficiência na fermentação ruminal.

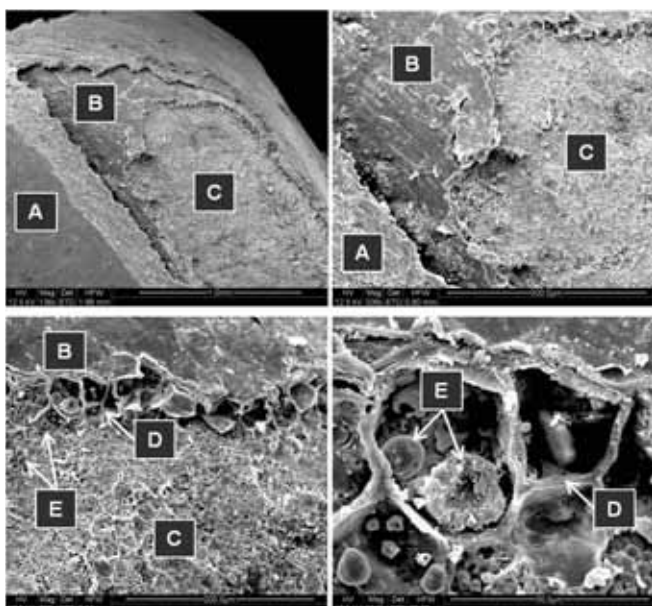


Figura 1: Micrografia do grão da silagem com processamento, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando o pericarpo A; camada de aleurona B, endosperma C, parede celular do amiloplasto D e grânulos de amido E.

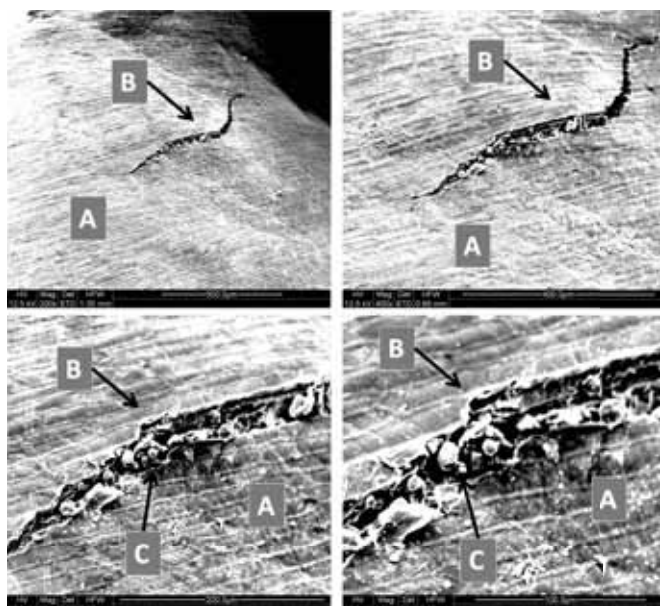


Figura 2: Micrografia do grão da silagem sem processamento, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando o pericarpo A; fissura no pericarpo B, grânulos de amido C

Ao avaliar o ganho de peso vivo diário (GPVD), expresso em kg/dia, foi observada interação entre as variáveis estudadas com  $P=0,0155$  (Tabela 4), sendo o menor valor de GPVD de 1,090 kg/dia obtido para a RCV 80:20 associado à silagem com processamento, valor este abaixo do potencial de ganho da dieta. Entretanto, os valores de GPVD registrados para a mesma RCV e silagem não processada foi 18,35% superior.

A possível explicação para estes fatos seria a incidência de problemas digestivos como a acidose, decorrente da ingestão de grandes quantidades de carboidratos prontamente fermentecíveis (Figura 1), que levam ao aumento dos ácidos orgânicos no rúmen, resultados semelhantes foram descritos por Dias et al. (2000) e Hoover (1986).

Para Fulton et al. (1979) grãos de amido envoltos em proteína no endosperma, apresentam menor superfície exposta ao ataque microbiano, proporcionando fermentação mais lenta e reduzindo os riscos de acidose. Owens et al. (1998), salientaram que os sinais indicativos de quadro acidótico podem se manifestar de forma sub-clínica, acusando a redução no CMS, CA e GPVD.

Pelo transcrito, destaca-se o benefício do processamento para dietas com RCV de 60:40, com GPVD de 1,353 kg superior às médias 1,267, 1,250 e 1,09 kg relatadas por Restle et al.(2002), Rosa et al. (2004) e Macitelli et al. (2007), respectivamente, ao utilizarem silagem de milho. Outro fator relevante é a possibilidade de trabalhar com menores níveis de inclusão de concentrado na dieta sem ter perdas no desempenho dos animais, o que de acordo com estudo realizado por Missio et al. (2009), aumentaria a lucratividade do sistema de terminação de tourinhos em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho.

Em função da diversidade dos fatores envolvidos com a avaliação dos índices de conversão alimentar, torna-se difícil a comparação desta característica entre os diferentes trabalhos de pesquisa. Para tal seria necessário agrupar pesquisas com características como idade, raça, estado sexual dos animais, composição de ganho, período experimental, dieta testes entre outras, para comparação efetiva dos dados.

Neste sentido, para efeito de comparação os ensaios experimentais apresentam pelo menos duas características similares às variáveis neste estudo (raça, idade, estado sexual dos animais, volumoso utilizado, relação concentrado:volumoso) com o objetivo de confrontar a média global obtida neste estudo, uma vez que não houve diferença entre os tratamento testados, apesar de Euclides Filho et al. (2003) afirmarem que o aumento no nível de concentrado melhora a conversão alimentar.

Os autores Costa et al. (2005), Souza et al. (2006) e Bergamaschine et al. (2011) encontraram média global de conversão alimentar de 9,00; 8,43 e 9,66kg de MS/kg de ganho de peso de bovinos, respectivamente, valores estes superiores ao obtido neste estudo de 7,22 kg MS/kg de ganho de peso, indicando bom valor para os tratamentos testados.

Euclides Filho et al. (2003) ao estudarem a conversão alimentar em função do grau de maturidade de bovinos Nelore e cruzados verificaram que a conversão alimentar apresentada pela raça Nelore aumentou de maneira constante com o progresso do grau de maturidade.

Deste modo, a diferença observada nos períodos experimentais 1, 2 e 3 para a conversão alimentar (6,065; 7,5093 e 8,0879 kg de MS/kg de ganho de peso, respectivamente) pode ser explicada pelo aumento da exigência de manutenção, uma vez que à medida que o animal se desenvolve sua eficiência alimentar decresce em virtude do aumento das exigências nutricionais para manutenção, por estar associada ao peso corporal. Destaca-se que os animais necessitaram de incremento de ingestão de matéria seca no segundo período de 19,23% e de 25,01% para o terceiro período por kg de ganho de peso em comparação ao primeiro período. Portanto, o aumento do concentrado na dieta não impediu a queda na eficiência alimentar.

Outro fator relevante é a alteração na composição do ganho, tendo em vista que os animais acumulam mais gordura à medida que o estágio de maturidade avança. Owens et al. (1995) destacaram que a taxa de desenvolvimento do tecido adiposo é inversamente proporcional a do tecido muscular, à medida que o bovino se aproxima do peso adulto. Ao atingir a maturidade, o crescimento/desenvolvimento muscular é muito pequeno, chegando ao ponto em que o ganho de peso é composto basicamente por gordura. Porém, machos inteiros depositam gordura mais tardiamente devido a maior deposição de tecido muscular favorecida pela testosterona (Lanna, 1997).

## CONCLUSÕES

A colheita do milho para silagem, na maturidade fisiológica do grão, associada ao processamento da massa na ensilagem, permite balancear dietas com 60% de concentrado para bovinos não castrados confinados.

Não é recomendado o processamento da massa ensilada de plantas de milho colhidas na maturidade fisiológica do grão, para níveis de inclusão de 80% de concentrado na dieta de bovinos não castrados confinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRAE, J.G.; Hunt, C.W.; Pritchard, G.T.; Kennington, L.R.; Harrison, J.H.; Kezar, W.; Mahanna, W. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle *Journal of Animal Science* v. 79, p. 2268-2275, 2001.

AOAC. **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington: AOAC, 1990, 1015p.

BERNDT, Alexandre et al. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado: 2. composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2002, vol.31, n.5, pp. 2105-2112. ISSN 1806-9290.

BERGAMASCHINE, A. F. et al. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milheto no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **R. Bras. Zootec.**, v. 40, n. 1, p. 154-159, 2011.

BULLE, Maria Luisa de Medeiros et al. Desempenho de Tourinhos Cruzados em Dietas de Alto Teor de Concentrado com Bagaço de Cana-de-Açúcar como Único Volumoso. *Rev. Bras. Zootec.* [online]. 2002, vol.31, n.1, suppl., pp. 444-450. ISSN 1806-9290.

CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.*, 47(1):54-62.

DIAS, Helder Luis Chaves et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2000, vol.29, n.2, pp. 555-563. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000200032>.

EUCLIDES FERREIRA, J.J., VIANA, A.C., MIRANDA, J.E.C. et al. 1995. Efeito de silagens de milho, de sorgo e de capim elefante no desempenho de novilhos confinados. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 16p. (EMBRAPA-CNPMS. Boletim de Pesquisa, 2).

FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E.; PELL, A. N.; OVERTON, T. R.; TEDESCHI, L. O.; RASMUSSEN, C. N.; DURBAL, V. M. The Net Carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. The Cornell University Nutrient Management Planning System. Ithaca, NY: Cornell University, 2000. 236 p.

FULTON, W.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. I. Adaptation to corn and wheat diets. *Journal of Animal Science*, v.49, p.775-784, 1979.

GATTASS, C.B. A., MORAIS, M. G., ABREU, U. G.P., LEMPP, B., STEIN, J., ALBERTINI, T.Z., FRANCO, G. L., Consumo, digestibilidade aparente e ganho de peso em bovinos de corte confinados e suplementados com cultura de levedura

(*Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026) *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 3, p. 535-542, jul./set. 2008

HOOVER, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 69:2755-2766.

JOHNSON, L. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and Mechanical process. A contemporary review. *Journal of Dairy Science*, v.82, p. 2813-2825, 1999.

KLEIBER, M. *The fire of life*. 2thed. New York: Robert E.Krieger Publishing, 1975.

LANNA, D.P.D. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., Produção de novilho de corte, 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997, p.41-78.

MACITELLI, Fernanda et al. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2007, vol.36, n.6, pp. 1917-1926. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000800028>.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. Anais...Lavras, SBZ, 1992. p.188-219.

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

MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; PEREIRA, E.S.; PAULINO, M.F.; CAMPOS, J.M.S.; MIRANDA, J.R. Desempenho e desenvolvimento ponderal de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 3, p. 605-613, 1999

MISSIO, Regis Luis et al. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2009, vol.38, n.7, pp. 1309-1316. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000700021>.

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* v.73, n.10, p.3152. 1995.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J. et al. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v.76, p.275-286, 1998.

PACHECO, Paulo Santana et al. Desempenho de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2005, vol.34, n.3, pp. 963-975. ISSN 1806-9290.

PEREIRA, Dalton Henrique et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2006, vol.35, n.1, pp. 282-291. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000100036>.

PIMENTEL, J.J.O.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.V. et al. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.5, p.1042-1049, 1998.

POORE, M.H., ECK, T.P., SWINGLE, R.S. et al. Total starch and relative starch availability of feed grams. In: BIENAL CONFERENCE ON RUMEN FUNCTION, 1989, Chicago. Proceedings... Chicago: 1989.

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 2. Efeito sobre a ingestão de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.1, p.270-279, 2001b.

RESTLE, João et al. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2002, vol.31, n.3, pp. 1235-1244. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000500021>.

ROSA, Joilmaro Rodrigo Pereira et al. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.) por meio do desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2004, vol.33, n.4, pp. 1016-1028. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000400022>.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: user's guide. Version 6.11. 4th ed. Cary, 1996. 842 p.

SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.

SILVEIRA, J.P.F. da, consumo e digestibilidade de silagem de híbridos de milho em função do estágio fisiológico e processamento. 2009. 40 f. Dissertação – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com silagem de milho e concentrado em diferentes proporções In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM)

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C; RIBEIRO, K.G. et al. Efeito da substituição de pré-secado de capim-tifton 85 por silagem de sorgo no consumo e na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho de bovinos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v. 35, n. 6, 2006. ISSN 1516-3598.

TIBO, G.C. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 simental x nelore: consumo, digestões totais e parciais e eficiência microbiana. Viçosa MG: UFV, 1999. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

VAN SOEST, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dair. Sci.* 74:3583-3597.

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

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo de digestibilidade aparente em bovinos nelore, não castrados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.2367-2378, 2000.

WEISS, W. P., and D. J. Wyatt. 2000. Effect of oil content and kernel processing of corn silage on digestibility and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:351–358.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds In: *CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS*, 61., 1999, Ithaca. *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

## **CAPÍTULO 3**

Influência do processamento mecânico da silagem sobre o tamanho de partícula e aproveitamento do amido por bovinos confinados

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito do processamento mecânico da planta de milho por ocasião da ensilagem sobre a redução do tamanho médio de partículas e a recuperação do amido fecal. Foram utilizados 72 animais da raça nelore com idade aproximada de dezoito meses e peso vivo inicial de 392,80 ±24,42kg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 ( processamento e relação concentrado:volumoso). O processamento das plantas de milho foi efetivo para a redução do tamanho médio das partículas por ocasião da ensilagem. Não foi observado interação para recuperação de amido fecal, no entanto, houve efeito para silagem e relação concentrado :volumoso. A menor recuperação de amido nas fezes foi observada para a silagem cprocessada indicando o melhor aproveitamento do amido durante a fermentação ruminal. Referente à relação concentrado:volumoso, a menor recuperação de amido fecal foi observado com a relação 80:20, que pode estar relacionada a maior fermentação no intestino grosso, o que reduziu o pH das fezes. O processamento das plantas de milho na ensilagem reduziu o tamanho médio das partículas e otimizou o aproveitamento do amido com a inclusão de 60% de concentrado na dieta para bovinos confinados.

**Palavras-chave:** amido, confinamento, esmagamento, *Zea mays*

**ABSTRACT:** This study aims at evaluating the effect of mechanical processing of the corn plant during the ensilage on particle size reduction and the fecal starch recovery. 72 Nelore breed aged approximately eighteen months (392.80 ± 24.42 kg BW) were used. The experimental design was completely randomized in a factorial 2 x 2 (processing and concentrate-to-forage ratio). The corn processing was effective in reducing the average particle size at the ensilage. No interaction was observed for fecal starch recovery, however there was significant effect for silage and concentrate-to-forage ratio. The lower fecal starch recovery was observed for processed silage showing a better starch utilization during rumen fermentation. Related to concentrate-to-forage ratio, the lower fecal starch recovery was observed for the 80:20 ratio that may be related to higher fermentation in the large intestine fact, which reduced faeces pH. The corn plant silage processing reduced the particle size and optimized the starch utilization with the addition of 60% concentrate on diet for beef cattle.

**Key Words:** starch, confinement, crushing, *Zea mays*

## INTRODUÇÃO

A escolha da forrageira utilizada como fonte de volumoso para alimentação de ruminantes confinados deve conciliar a alta produção de matéria seca por área, com o alto valor nutritivo, capaz de reduzir a necessidade de alimentos concentrados por quilograma de carne ou leite produzido. A ensilagem de plantas forrageiras é a principal forma de armazenamento de forragem para sistemas intensivos de produção utilizados no Brasil e, de acordo com Millen et al. (2011) a silagem de milho é a mais utilizada, fato que pode ser atribuído ao aumento da eficiência e competitividade dos sistemas de produção devido ao valor alimentício deste alimento.

No entanto, Nussio (1993) enfatizou que para a silagem de milho assumir sua função de recurso forrageiro de alto valor nutritivo, deve apresentar elevada proporção de grãos, da ordem de 40 a 50% da matéria seca total da planta, o que de acordo com Restle et al. (2002) ocorre quando a espiga representa em torno de 60 a 65% do peso da planta.

Para tanto, sugere-se como momento ideal para colheita estádios fisiológicos mais avançados, sendo possível conciliar maior acúmulo líquido de biomassa da planta como um todo. Beleze et al. (2003) constataram, ao avaliar a produção de híbridos de milho, que o avanço da maturidade fisiológica tem correlação positiva com a produtividade do híbrido e que, mais de 60% da produção de massa seca/ha foi devido à produção de grãos em t/ha.

Neste cenário, o milho destaca-se como principal fonte de amido utilizada em dietas para ruminantes, porém, seu aproveitamento depende da espécie utilizada e dos métodos de processamento aos quais são submetidos (Orskov, 1990). Desta forma, a utilização do processamento das dietas de bovinos adultos tem por objetivo evitar que quantidade excessiva de grãos não digeridos seja eliminada nas fezes.

O processamento da silagem de milho serve para expor os grânulos de amido à digestão (Beauchemin et al., 1994), formando fissuras, quebrando, ou expandindo o amido, por meio da eliminação da película externa do grão, o pericarpo, que constitui a barreira física que dificulta o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal, além de alterar a digestibilidade da porção fibra com o cisalhamento desta durante o processamento (Weiss et al., 2000).

Pelo exposto, este trabalho, objetivou avaliar o efeito do processamento da silagem no aproveitamento do amido de bovinos confinados com diferentes níveis de concentrado na dieta.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado conforme normas da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob protocolo nº 03/2012-CEUA, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Botucatu.

Os tratamentos experimentais testados foram: P60:40 - silagem processada com relação concentrado:volumoso 60:40, NP80:20 - silagem não processada com relação concentrado:volumoso 80:20, NP60:40 - silagem não processada com relação concentrado:volumoso 60:40, e P80:20 - silagem processada com relação concentrado:volumoso 80:20.

### Instalações experimentais e Animais

O estudo foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Campus de Botucatu no confinamento experimental de bovinos de corte. Os animais foram alojados em baias descobertas de 150 metros quadrados, com chão de terra batida e lotação de três animais por baia. Cada baia apresentava cinco metros lineares de cocho em alvenaria e bebedouros de enchimento automático, sendo limpos pelo menos uma vez por semana com a retirada de todo o material orgânico acumulado.

Foram utilizados 72 machos não castrados da raça Nelore, com idade aproximada de dezoito meses e peso vivo médio inicial de  $392,80 \pm 24,42$  kg, provenientes de recria em pasto, em lotação contínua sem suplementação.

### Período Experimental, Dieta e Arraçoamento

Durante a fase pré-experimental, sete dias antes do início do experimento, ocorreu a seleção, pesagem, identificação, vacinação, desverminação e transporte dos animais. O estudo teve início em 08/08/2010 e término em 18/11/2010, totalizando 102 dias de confinamento, subdividido em três períodos experimentais de 28 dias e um de 18 dias.

O primeiro período de 28 dias, denominado adaptação foi subdividido em quatro períodos de sete dias, sendo o fornecimento das dietas com consumo *ad libitum* com níveis de concentrado crescentes (50, 60, 70 e 80%) até atingir as relações concentrado:volumoso desejadas (60:40 e 80:20), de acordo com os tratamentos propostos.

As dietas utilizadas foram analisadas segundo o sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System 5.0.40, nível 2 (CNCPS, 2000), para ganhos diários esperados de 1,3 kg/animal. Diariamente era realizado o ajuste da quantidade de dieta fornecida, com base na sobra retirada antes do primeiro trato e o fornecimento foi realizado duas vezes ao dia, 40% da oferta diária às 08h00 e 60% às 15h00. A formulação e composição bromatológica das dietas são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** Ingredientes e composição bromatológica das dietas

	Tratamentos			
	P60:40	P80:20	NP60:40	NP80:20
Silagem	Processada	Processada	Não Processada	Não processada
Relação C:V (%)	60:40	80:20	60:40	80:20
Ingredientes (% MS)				
Silagem de milho	40,0	20,0	40,0	20,0
Milho grão	27,0	25,0	27,0	25,0
Casca de soja	2,0	25,0	2,0	25,0
Polpa cítrica	15,0	15,0	15,0	15,00
Farelo de girassol AE <sup>1</sup>	8,00	9,0	8,00	9,0
Farelo de soja	5,00	3,00	5,00	3,00
Uréia	1,20	1,0	1,20	1,0
Núcleo Mineral <sup>2</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0
Composição Bromatológicas (% MS)				
Matéria Seca	61,87	68,56	62,30	69,30
Proteína Bruta	13,68	14,90	13,04	13,74
FDN <sup>3</sup>	32,53	36,39	35,06	37,30
FDNfe <sup>4</sup>	24,73	19,90	28,80	20,73
FDA <sup>4</sup>	18,02	24,80	19,03	21,72
Amido	24,47	14,74	30,33	16,67

<sup>1</sup>Alta energia; <sup>2</sup>Cálcio 183,2g, Fósforo 38,0g, Enxofre 14,1g, Sódio 113,4g, Cobre 1178,1mg, Cobalto 60,9mg, Iodo 78,4mg, Manganês 63,3mg, Monensina 1,8mg, Selênio 17,6mg, Zinco 2961,1mg, Monensina 1,8mg e Virginamicina 1g; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>4</sup>Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva e <sup>5</sup>Fibra em detergente ácido.

Ao longo do período experimental, foram feitas amostragens semanais da dieta para as análises laboratoriais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), e cinza de acordo com metodologia descrita por AOAC (1990). Para as determinações da fibra em

detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foi utilizada a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) com  $\alpha$ -amilase termo-estável e uréia a 8 molar, a fim de reduzir a contaminação do amido e facilitar a filtragem. O amido, determinado segundo Poore et al. (1989) e o cálculo para estimar o valor da Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) seguiu metodologia descrita por Mertens (1997).

### Volumoso

O volumoso utilizado foi a silagem de milho, híbrido DAS 2B707, tipo simples, textura do grão semidura, ciclo precoce, porte médio-alto, destinado à produção de grãos com densidade de semeadura de 66 mil plantas e estande final de 60.294 plantas por hectare, com produtividade de massa verde por hectare de 33.471,53kg/ha e equivalente a 10.710,89kg de grão/ha.

O híbrido foi cultivado sob sistema convencional, sem irrigação complementar, com espaçamento entre linhas de 0,85m. Para a adubação de plantio foi utilizada a fórmula 8-28-16 (320kg/ha) e 30 dias após a emergência das plantas foi realizada adubação nitrogenada de cobertura, com 200 kg de N/ha, na forma de uréia.

O critério adotado para definir o momento do corte para ensilagem foi a maturidade do grão, sendo o corte realizado após o aparecimento da camada preta do grão (40-45% matéria seca da massa ensilada). Para a composição químico-bromatológica das silagens experimentais foram coletadas amostras, do centro do painel dos silos a cada 3 dias após sua abertura, totalizando 34 amostras, os resultados são apresentados na (Tabela 2).

**Tabela 2** Composição químico-bromatológica das silagens experimentais, com base na massa seca.

ITENS	Silagem	
	Processada	Não Processada
MS <sup>1</sup>	42	41
PB <sup>2</sup>	5,82	5,51
FDN <sup>3</sup>	46,83	46,26
FDA <sup>4</sup>	25,26	26,11
NIDA <sup>5</sup>	1,51	1,47
NIDN <sup>6</sup>	2,97	2,60
AMIDO	36,76	32,81
pH	3,65	3,79

<sup>1</sup>MS = matéria seca; <sup>2</sup>PB = proteína bruta; <sup>3</sup>FDN = fibra detergente neutra; <sup>4</sup>FDA = fibra detergente ácido; <sup>5</sup>NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido e <sup>6</sup>NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro.

O corte foi efetuado a 20 cm de altura do solo utilizando-se máquina Automotriz 7 300, John Deere®, equipada com kit para processar a forragem, a máquina foi regulada para padronizar o tamanho de partícula em 2cm e os silos utilizados foram do tipo superfície. A descrição dos custos de produção está apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3:** Demonstração do custo de produção da silagem

Descrição	Custo de produção da lavoura de milho	
	R\$/ha	%
Correção e preparo do solo	23,9	1,3
Plantio e tratos culturais	229,8	12,8
Fertilizantes e corretivos	784,3	43,8
Semente e defensivos	624,2	34,9
Taxa de administração	128,2	7,2
Sub total A	1.790,46	100
Confecção da silagem	Silagem Processada	Silagem não Processada
Aluguel da autopropelida <sup>1</sup>	661,98	590,63
Transporte e compactação <sup>1</sup>	251,88	217,72
Lona <sup>2</sup>	300,00	300,00
Sub total B	1.213,88	1.108,35
Total (A+ B)	3.004,34	2.898,81
Matéria seca silagem (%)	41	41
Produtividade (kg/ha)	33.471,53	33.471,53
Custo/t (MV/ha) <sup>3</sup>	113,00	99,00
Custo/t (MS/ha)	276,00	242,00

<sup>1</sup> Valor pago por hora máquina; <sup>2</sup> 400 metros<sup>2</sup>; <sup>3</sup> Valor obtido pela divisão do custo total (A+B) pelo produtividade da área colhida em 1 hora de serviço, sendo o desempenho de colheita para silagem processada 1,5ha/hora e para silagem não processada de 1,9ha/hora.

Para as análises em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de milho provenientes das silagens processada e não processada, as amostras foram diluídas em álcool etílico 100% (1/10) e adicionado 2 gotas nos stubs. Após este procedimento, as amostras foram cobertas com 10nm de ouro (metalizador MED 010 da Balzers) e analisadas ao microscópio eletrônico de varredura (SEM 515 da Philips), sobtensão de 20 Kv.

#### Tamanho de partícula

As avaliações do tamanho de partículas dos tratamentos foram realizadas pela adaptação do método Penn State Forage Particle Separator, com a inclusão de duas peneiras uma com diâmetro de orifícios de 38 mm e a outra com 1,7 mm, conforme

descrito por Amaral et al. (2009). Desta forma, obteve-se o material retido com diâmetro superior a 38  $\mu$ m, entre 38 e 19  $\mu$ m, entre 19 e 7,80  $\mu$ m, entre 7,80 e 1,70  $\mu$ m e inferior a 1,70  $\mu$ m. Para a segmentação das partículas foram coletadas amostras de 300g no centro do painel dos silos a cada 3 dias durante o período experimental totalizando assim 34 amostras. O tamanho médio de partícula (TMP) obtido pela fórmula adaptada por Jobim et al. (2007).

#### Recuperação de amido fecal e pH fecal

Para a determinação do amido fecal, foi utilizado o método do espectrômetro de reflectância no infravermelho próximo (NIRSystem 5000 Foss NIRSystems Inc., Silver Spring, MD, USA). A célula utilizada foi a “small cops” e as amostras tiveram os seus espectros em intervalo de 2nm, em amplitude de 1100 a 2498 nm e os dados espectrais armazenados como  $\log 1/R$  ( $R$  = reflectância).

As coletas de fezes ocorreram em dois períodos, manhã (7:00 às 12:00h) e tarde (12:00 às 18:00h), sempre no oitavo e nono dia após cada pesagem, totalizando assim 864 amostras. As coletas foram realizadas imediatamente após o animal defecar e armazenadas em potes coletores de urina identificados, e posteriormente congelados.

Para a determinação do pH das fezes foi utilizado 2,0 gramas de fezes seca diluída em 9,0 mL de água deionizada utilizando-se peagâmetro digital portátil, segundo metodologia adaptada de Channon et al. (2002).

#### Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, usando-se arranjo fatorial 2 x 2, sendo os fatores: silagem com e sem processamento mecânico e relação concentrado:volumoso. Dessa forma, os quatro tratamentos experimentais foram: silagem com processamento e relação concentrado:volumoso 60:40, silagem sem processamento e relação concentrado:volumoso 80:20, silagem sem processamento e relação concentrado:volumoso 60:40, e silagem com processamento e relação concentrado:volumoso 80:20.

Cada tratamento foi composto por seis baias com três animais por baia, as quais foram consideradas as unidades experimentais para este estudo. O peso inicial dos animais foi o critério adotado para distribuição dos mesmos entre os tratamentos.

### Análise Estatística

Os dados foram analisados quanto à normalidade de distribuição e à homogeneidade da variância pelo procedimento MIXED (SAS, 1996), com nível de significância de 5% de probabilidade.

### RESULTADOS

As médias independentes observadas para o perfil de distribuição das partículas das silagens processada e não processada mecanicamente são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Valores médios do perfil de distribuição das partículas das silagens experimentais

Ø do orifício das peneiras	Silagem	
	Processada	Não Processada
	% retida nas peneiras com respectivos crivos	
> 38 mm	0,0	0,7
38 – 19 mm	2,4	6,4
19 – 7,8 mm	61,6	67,0
7,8 – 1,7 mm	28,1	23,8
<1,7 mm	7,7	2,6
Tamanho Médio de Partícula	18,3	24,0

Não foi observada interação das variáveis testadas para os dados de recuperação de amido fecal. No entanto, as médias independentes diferiram ( $P < 0,05$ ) para as variáveis independentes silagem e relação concentrado:volumoso (Tabela 5).

Houve interação entre as variáveis silagens e RCV para as médias de pH nas fezes (Tabela 6). O processamento das plantas de milho associado a 60% de concentrado otimizou o aproveitamento do amido evidenciado pelo pH mais alcalino observado. No entanto, para o nível de inclusão de 80% de concentrado foi observado comportamento inverso para o aproveitamento do amido.

Tabela 5: Valores médios para recuperação de amido fecal em função das diferentes silagens (% MS)

Amido fecal	Relação concentrado:volumoso		Valor de P	Coeficiente de Variação
	60:40	80:20		
%	26,7 a	34,7 b	0,0295	10,385
Silagem				
Amido fecal	Processada	Não Processada	Valor de P	Coeficiente de Variação
%	10,5 a	12,2 b	0,0050	10,385

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 6: Valores médios de pH fecal em função do processamento da silagem e relação concentrado volumoso

Silagem	Relação concentrado:volumoso	
	60:40	80:20
Com Processamento	7, 18 Aa	6,16 Bb
Sem Processamento	6, 90 Ba	6,79 Ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## DISCUSSÃO

Tradicionalmente os valores médios encontrados na literatura, descritos como tamanho de partícula ideal para a ensilagem são variáveis entre 10 e 20 mm. No entanto, o valor encontrado neste ensaio para a silagem sem processamento foi superior ao descrito na literatura. Vale destacar que as silagens utilizadas neste ensaio apresentaram valor de pH igual a 3,65 e 3,79 para a silagem processada e não processada, respectivamente, e concentração de nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total, de 6,94%, sendo o limite máximo de 10% de N-NH<sub>3</sub>, o que permite classificá-las como de boa qualidade, segundo parâmetros preconizados por McDonald et al. (1991), Muck & Pitt (1993) e Nussio et al. (2001).

O tamanho de partícula da massa a ser ensilada, assume grande importância no processo de ensilagem, pois pode influenciar o padrão de fermentação no silo, principalmente quando o ponto de colheita ocorre em estágio avançado de maturidade dos grãos e, neste caso, quanto menor o tamanho de partícula maior será a facilidade de compactação e mais rápida se instala a anaerobiose, reduzindo assim as perdas causadas pela respiração da planta e crescimento de microrganismos aeróbios, principalmente fungos e leveduras.

De acordo com Aguiar et al. (2000) partículas menores aumentam o contato do substrato e microrganismo, disponibilizando maior conteúdo celular. Em concordância, Muck et al. (2003) destacaram que a redução no tamanho de partícula é favorável ao processo de fermentação da massa vegetal no silo pela compactação facilitada, incremento na área de superfície da forragem, permitindo maior interação do substrato e microrganismo. Fato comprovado, igualmente, por Neumann et al. (2007) que ao avaliarem o efeito do tamanho de partícula (pequeno: 0,2 a 0,6 cm ou grande: 1,0 a 2,0 cm) das plantas de milho na ensilagem, constataram que partículas de tamanho pequeno determinam maior eficiência de compactação da massa ensilada.

Para forrageiras com baixo teor de matéria seca a ocorrência de fermentação indesejável no silo, devido ao desenvolvimento de *Clostridium*, ocasiona o aumento de produtos indesejáveis como ácido butírico e aminas, além de aumentar as perdas por efluente, fato que reduz a ingestão e compromete o desempenho animal. As principais condições que favorecem o crescimento dos clostrídios são o baixo teor de matéria seca e a baixa taxa de queda do pH da silagem, principalmente nos momentos iniciais da ensilagem (Muck, 1988), o que não foi observado nesse experimento.

Por outro lado o tamanho de partícula em silagens com alto teor de matéria seca tem correlação direta com a eficiência de compactação e o desenvolvimento de microrganismos aeróbios, devido à dificuldade de compactação e exclusão do oxigênio para partículas superiores a 20 mm. Estes microrganismos utilizam como substrato o ácido lático e os açúcares presentes no meio, podendo até hidrolisar celulose e outros compostos pertencentes a parede celular dos vegetais, além de sintetizarem substâncias tóxicas (micotoxinas), como as aflotoxinas, patulin e a zearalenone, que comprometem a qualidade higiênica do material ensilado e promovem perdas do valor nutritivo do material final (McDonald, 1991 e Coan et al., 2003).

O tamanho de partícula pode ainda ser relacionado ao tempo de ruminação, secreção de saliva, pH do fluido ruminal, estratificação da digesta no rúmen, taxa de turnover, relação acetato:propionato, taxa de passagem, digestibilidade e consumo de massa seca ( Prigge et al., 1993; Heinrichs et al., 1999; Bal et al., 2000; Schawb et al., 2002; Soita et al., 2000 e Relling, et al., 2011). Assim, torna-se evidente a importância do tamanho de partícula na digestão e, conseqüentemente, no desempenho animal.

A redução do tamanho médio de partícula da silagem com processamento ocasionou aumento de 5,53% no consumo de massa seca em função do peso metabólico ( $\text{g/kgPV}^{0,75}$ ) quando comparada a silagem sem processamento. De acordo com Allen (1996), o epitélio do retículo-rúmen possui receptores de tensão e táteis que afetam negativamente o consumo quando estimulados, como no caso da distensão ruminal, e quando o conteúdo ruminal passa ser limitado fisicamente, a taxa de passagem da digesta determina o consumo de alimento (Saenz, 2005).

Deste modo, pode-se associar o aumento do consumo de massa seca observado neste ensaio à maior taxa de passagem da digesta pelo rúmen, devido ao aumento da pressão no rúmen ocasionada pelo aumento do consumo e a menor resistência da digesta em atravessar o orifício retículo-omasal.

Os resultados obtidos neste ensaio foram superiores aos relatados por Bal et al. (2000) que constataram aumento de 4,2% na ingestão total para as dietas processadas quando comparadas com as não processadas, comportamento semelhante ao observado neste ensaio já havia sido descrito por Allen (1997) e Restle et al. (2002).

No entanto, alguns autores destacam que o aumento da taxa da passagem resulta em menor tempo de retenção de sólidos no rúmen, o que pode diminuir a eficiência de colonização e aproveitamento dos alimentos pelos microrganismos ruminais.

Entretanto, Kononoff et al. (2003) relataram que a redução do tamanho de partícula da silagem de milho foi determinante para o aumento linear no consumo de matéria seca, sem causar redução da digestibilidade. Corroborando com o presente estudo, que ao predizer a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) das silagens testadas, pela espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS), pode-se observar maior DIVMO para a silagem processada (64,02%), quando comparada à silagem não processada (59,9%). Além de aumentar em 4,12 pontos percentuais a DIVMO o processamento da silagem melhorou a aproveitamento do amido e da porção vegetativa da forrageira (Figura 1 e 2) evidenciando, desta forma, a eficiência do processamento na quebra das estruturas físicas dos alimentos que permite a exposição do conteúdo celular solúvel (Figura 3 e 4) à ação das enzimas microbianas, otimizando o aproveitamento da digesta, corroborando com Owens et al. (1986).

A utilização da quantificação do amido fecal como estimativa da digestibilidade do amido e do teor de energia líquida de manutenção e de ganho do milho para bovinos confinados foi sugerida por Owens e Zinn (2005). Esta avaliação deve ser complementada pela observação do pH das fezes, pois o amido que não é digerido no rúmen e intestino delgado, pode ser posteriormente fermentado no intestino grosso reduzindo o pH das fezes e deste modo contribuir para a menor eficiência de conversão e maior teor de água nas fezes.

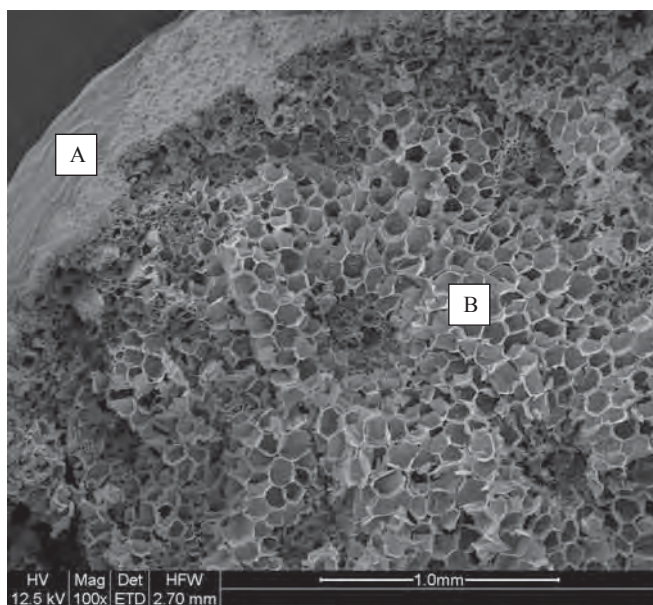


Figura 1: Micrografia do colmo de milho da silagem não processada, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando a epiderme A e o parênquima paliçádico B.

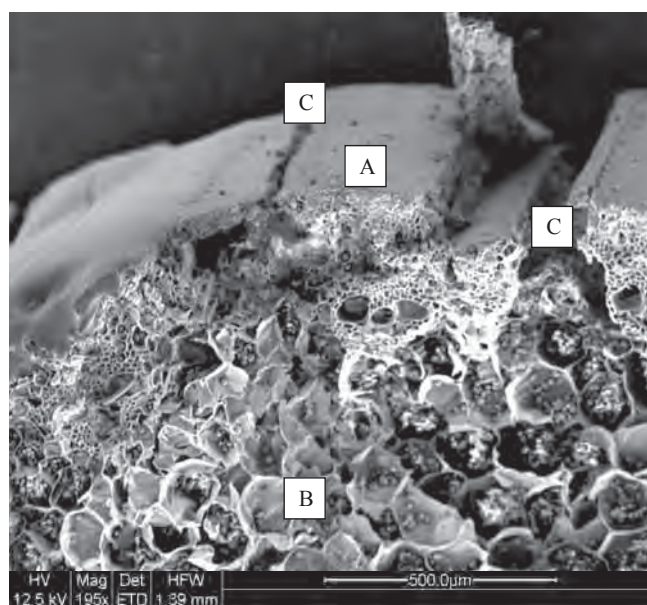


Figura 2: Micrografia do colmo de milho da silagem processada, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando a epiderme A, parênquima paliçádico B e fissuras ocasionadas pelo processamento C.

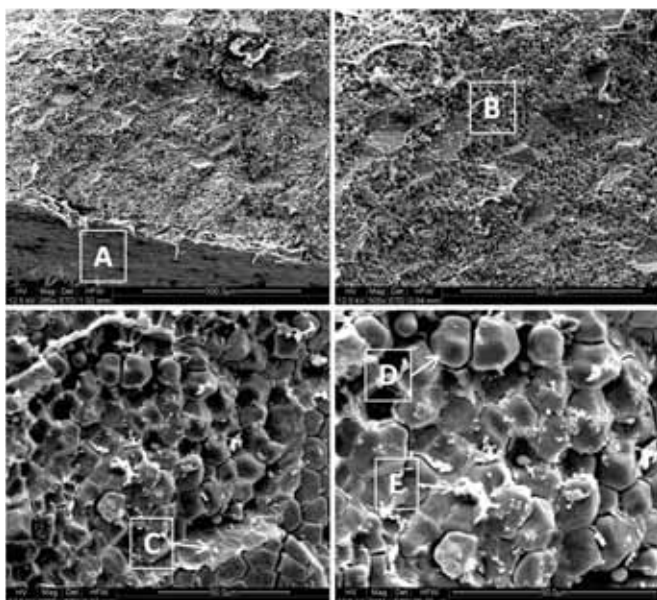


Figura 3: Micrografia do grão da silagem processada, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando o pericarpo A; endosperma B, parede celular do amiloplasto C, grânulos de amido D e matriz proteica E.

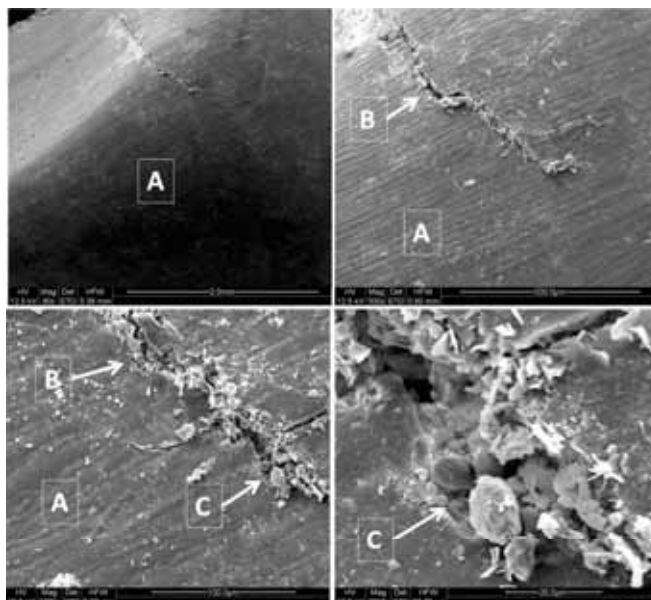


Figura 4: Micrografia do grão da silagem não processada, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando o pericarpo A; fissura no pericarpo B, grânulos de amido C.

No entanto, para efeito de comparação deve-se atentar para o tipo de dieta e processamento utilizado, pois ao avaliar a recuperação de amido nas fezes de novilhos confinados alimentados com 92,1% de concentrado na matéria seca da dieta e altos teores de amido, Depenbusch et al. (2008) encontraram teor médio de amido nas fezes de 23%. Porém, há estudos com alto nível de inclusão de concentrado e baixa recuperação de amido fecal, como os obtidos por Zinn et al. (2007), que ao analisarem dados de 32 experimentos sobre metabolismo, observaram valor médio de 5,9% de amido fecal. A discrepância entre os valores citados está relacionada ao processamento, floculação dos grãos, utilizado nos estudos de Zinn et al. (2007).

Os dados obtidos para pH fecal evidenciam o efeito positivo do processamento para dietas com RCV de 60:40, no entanto apesar de constatar melhora da eficiência no aproveitamento do amido e aumento no consumo de massa seca ocasionado pelo processamento da silagem deve-se ressaltar que ao avaliar o ganho de peso dos animais que consumiram a dieta com 80% de concentrado associada à silagem processada, houve redução de 18,35% no ganho de peso por dia, sendo possível atribuir esse menor rendimento de ganho à incidência de distúrbios metabólicos.

O tipo e o nível de inclusão dos grãos de milho na dieta, bem como grau de processamento destes grãos, podem afetar o local e a extensão da digestão do amido (Huntington, 1997). O aumento da fermentação ruminal do amido ocasionado pela maior exposição dos grânulos de amido dos grãos de milho presentes na silagem, segundo Beauchemin et al. (2001) pode resultar em altas concentrações de ácidos graxos no líquido ruminal e redução no pH ruminal, que de acordo com Ghorbani et al. (2001) e Koenig et al. (2002) podem ser utilizados para definir quadros de acidose subclínica em bovinos confinados e alimentados com dietas de alto grão, e variações de pH ruminal entre 5,5 e 6,2.

Outro fator relevante que pode acentuar ainda mais a redução do pH ruminal é a redução do tamanho de partícula da silagem processada. Beauchemin (1991) ressaltou que a redução da fibra, tem efeito direto sobre a atividade de ruminação e, conseqüentemente, sobre o tempo de secreção de saliva, responsável por equilibrar o pH ruminal. Em complemento pode-se mencionar Bailey (1961) que relatou redução de até 70% na secreção de saliva para animais confinados recebendo dietas de alto grão.

Pelo exposto, e com o intuito de aumentar a rentabilidade dos confinamentos brasileiros a utilização do processamento das plantas de milho na ensilagem apresenta-

se como alternativa para manter bons índices de ganho de peso com menores níveis de inclusão de concentrado na dieta, fato que reduz o custo de produção da arroba produzida.

## CONCLUSÃO

O processamento das plantas de milho na ensilagem otimizou o aproveitamento do amido com a inclusão de 60% de concentrado na dieta para bovinos confinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063- 3075, 1996.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirement for physically effective fiber. **Journal Dairy Science**, Savoy, v. 80, p.1447, 1997.

AMARAL, Rafael Camargo do et al. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2009, vol.38, n.8, pp. 1413-1421. ISSN 1806-9290.

BAILEY, C. B. 1961. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 3. The rate of secretion of mixed saliva in the cow during eating, with an estimate of the magnitude of the total daily secretion of mixed saliva. *Br. J. Nutr.* 15:443–451.

BAL, M.A., et al. Crop Processing ND Chop Length of Corn Silage: Effects on Intake , Digestion, and Milk Production by Dairy Cows. University of Wisconsin, Madison 53706, *Journal Dairy Science*, v.83,p1264-1273, 2000.

BEAUCHEMIN, K. A., 1991. Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. Pages 439–463 in *Veterinary Clinics of North America: Dairy Nutrition Management*. C. J. Sniffen and T. H. Herdt, ed. W.D. Saunders Co., Philadelphia, PA.

BEAUCHEMIN, K. A., W. Z. Yang, and L. M. Rode. 2001. Effects of barley grain processing on the site and extent of digestion in beef. *J. Anim. Sci.* 79:1925–1936.

CHANNON, A.F.; ROWE, J.B.; HERD, R.M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 44, p. 469-474, 2004.

COAN, R.M.; FREITAS, D.; REIS, R.A.; NAKAGI, S.S. 2003. Volumosos Suplementares: Estratégias para Entressafra. In: *Gestão Competitiva para a Pecuária*. Ed COAN, R.M, et al, FUNEP, Jaboticabal, SP, p.115-146.

CORONA, L., S. Rodriguez, R. A. Ware, and R. A. Zinn. 2005. Comparative effect of whole, ground, dry-rolled and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle. *Prof. Anim. Sci.* 21:200–206.

DEPENBUSCH, B.E.; NAGARAJA, T.G.; SARGEANT, J.M.; DROUILLARD, J.S.; LOE, E.R.; CORRIGAN, M.E. Influence of processed grains on fecal pH, starch concentration, and shedding of *Escherichia coli* O157 in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 86, p. 632-639, 2008.

GHORBANI, G. R., K. A. Beauchemin, and D. P. Morgavi. 2001. Subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle fed a barley-based diet. *J. Anim Sci.* 79 (Suppl. 1):357.

HEINRICHS, A. J., Buckmaster, D. R. and Lammers, B. P. Processing, Mixing, and Particle Size Reduction of Forages for Dairy Cattle *J ANIM SCI January 1, 1999 vol. 77 no. 1 180-186*

HUNTINGTON, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852–867.

KOENIG, K. M., K. A. Beauchemin, and L. M. Rode. 2002. Impact of grain processing and forage on microbial protein synthesis in beef cattle fed barley-based diets. *J. Anim. Sci.* (In press).

KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n.10, p.3343-3353, 2003.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

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

MUCK, R. E., MOSER, L. E. & PITT, R. E. Postharvest factors affecting ensiling. In: D. R. Buxton, R. E. Muck, J. H. Harrison (eds). *Silage Science and Technology*. American Society of Agronomy, p. 251-304, 2003.

MUCK, R.E.; PITT, R.E. Ensiling and its effect on crop quality silage. In: *SILAGE PRODUCTION FROM SEED TO ANIMAL*, 67., 1993, New York. **Proceedings...** New York: NRAES, 1993. p.57-66.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.

NEUMANN, Mikael et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2007, vol.36, n.5, suppl., pp. 1602-1613. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000700020>.

NUSSIO, L. G.; SIMAS, J. M. C.; LIMA, M. M. Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 11-26.

OWENS, F. N., and R. A. Zinn. 2005. Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion. *Proc. Southwest Nutr. Conf.* 86–112.

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

PRIGGE, E. C., J. T. Fox, N. A. Jaquement, and R. W. Russell. 1993. Influence of forage species and diet particle size on passage and nylon particles from the reticulo-rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 71:2760–2769.

RELLING, A. E.; Reynolds, C. K. and Loerch, S. C. **Effect of feeding fat or intrajugular infusion of glucagon-like peptide-1 and cholecystokinin on dry matter intake, digestibility, and digesta rate of passage in growing** *J ANIM SCI January 2011 vol. 89 no. 1 168-178*

SAENZ, E.A.C. Modelagem da redução do tamanho de partículas na alimentação de ruminantes. **Ciência agrotécnica**, 29: 886-893. 2005.

SCHWAB, E.C.et al. Processing and Chop Length Effects in Brown- Midrib Corn Silage on Intake, Digestion, and Milk Production by Dairy Cows. *Journal Dairy Science*. v.85, p.613-623, 2002.

SOITA, H. W.; CHRISTENSEN, D. A.; MCKINNON, J. J. Influence of particle size on the effectiveness of the fiber in barley silage. *Journal Dairy Science*, Savoy, v.83, n.10, p.2295-2300, Out, 2000.

ZINN, R. A., A. Barreras, L. Corona, F. N. Owens, and R. A. Ware. 2007. Starch digestion by feedlot cattle: Predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. *J. Anim. Sci.* 85:1727–1730.

ZINN, R. A., F. N. Owens, and R. A. Ware. 2002. Flaking corn: Processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 80:1145–1156.

## **CAPÍTULO 4**

## IMPLICAÇÕES

A colheita do milho para ensilagem no ponto de maturidade fisiológica dos grãos deve ser associada ao uso de colhedoras autopropelidas com maior potência e precisão de corte, possibilitando a padronização do tamanho de partícula da massa ensilada. Fato fundamental para que se possa obter boa compactação da massa ensilada e garantir desta forma, adequada fermentação e conseqüentemente uma silagem de boa qualidade.

Deve-se ressaltar ainda, a necessidade do adequado planejamento durante o período de confecção da silagem, número de caminhões utilizados para o transporte da forragem até o silo e de tratores utilizados para a compactação da massa conforme o volume descarregado no silo. Já que as colhedoras autopropelidas apresentam rendimento de colheita de até 2,5ha por hora trabalhada.

O manejo de desabastecimento do silo também deve ocorrer de forma eficiente já que há maior risco de deterioração aeróbia.

Com base nos resultados obtidos neste estudo sugerimos para futuros estudos sobre desempenho animal alimentados com silagem de milho processada a associação das análises de digestibilidade e degradabilidade da dieta para que se possa compreender seus efeitos sobre a cinética ruminal.