

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

**Efeito do processamento do milho e dos teores de fibra no  
desempenho de bovinos Nelore em terminação**

**Mariana Caetano**

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

**Piracicaba  
2012**

Mariana Caetano  
Zootecnista

**Efeito do processamento do milho e dos teores de fibra no desempenho de  
bovinos Nelore em terminação**  
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:  
Prof. Dr. DANTE PAZZANESE DUARTE LANNA

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

**Piracicaba  
2012**

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

Caetano, Mariana

Efeito do processamento do milho e dos teores de fibra no desempenho de bovinos Nelore em terminação / Mariana Caetano. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2012.

126 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Confinamento animal 2. Fibras na dieta 3. Forragem 4. Gado nelore  
5. Milho - Processamento 6. Ração I. Título

CDD 636.291  
C128e

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

## DEDICATÓRIA

*A Deus por sempre iluminar o meu caminho e por colocar pessoas maravilhosas em minha vida.*

*Ao meu querido e amado marido Rodrigo pelo companheirismo, dedicação, paciência, apoio e pelo amor incondicional sempre.*

*Aos meus queridos e amados pais Marcos e Cleusa, pelos quais tenho profundo carinho, respeito, admiração, e orgulho. Agradeço pelo eterno amor, carinho e pela dedicação incondicional a minha educação e formação.*

*Aos meus amados irmãos Tatiana, Fabiana, Luciana e Marcos pela ajuda, apoio e amor incondicional durante toda a minha vida.*

*Aos meus amados sobrinhos Luana, Luan e Ellen pelo amor e felicidade que sempre me proporcionam.*

*Aos meus queridos cunhados João Henrique, Alan e Alan Rogério pelo incentivo.*

*Aos meus queridos avós Maria do Carmo "in memoriam", Pedro e Maria de Lourdes pelo eterno carinho.*

*Aos meus queridos e novos familiares Olavo, Nair, Vivian, Edenize e Sidnei pelo carinho.*

*A toda a minha querida e enorme família pelo incentivo, apoio e eterno carinho.*

*Com muito amor e gratidão,*

**DEDICO**



## *AGRADECIMENTOS*

*Ao meu orientador e amigo Professor Dante Pazzanese D. Lanna do Departamento de Zootecnia da ESALQ pelos preciosos ensinamentos, confiança, ajuda, apoio, conselhos e pelos ótimos momentos durante todos esses anos de convívio.*

*Aos professores e colaboradores Paulo Roberto Leme e Saulo da Luz e Silva do Departamento de Zootecnia da FZEA por todos os ensinamentos, contribuições, conselhos, ajuda e pelos ótimos momentos vividos.*

*Ao professor e colaborador James Scott Drouillard do Departamento de Animal Sciences & Industry da Kansas State University por todos os conselhos, ensinamentos, contribuições e pela enorme atenção e dedicação durante o meu doutorado "sanduíche".*

*Aos professores Packer "in memoriam", Flávio, Nussio, Raul, Carla, Gerson, Sila, Wilson, Waldomiro, Sartori, Paulo, Coutinho, Cláudio, Mentem, Pedreira, Ivanete, Alexandre, Eduardo, Corsi e Erico do Departamento de Zootecnia da ESALQ pelos ensinamentos, convívio e conselhos durante todo o curso.*

*Aos professores Arlindo, Titto, Eduardo, Nogueira, Zanetti, Roberta, Marcelo, Pedro Henrique, Valdo e Sérgio do Departamento de Zootecnia da FZEA pela ajuda e convívio.*

*À professora Angélica do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ pela constante ajuda e amizade durante toda a fase experimental.*

*Ao professor Bento do Departamento de Ciências Básicas da FZEA pela ajuda prestada.*

*Ao professor Rodrigo de Almeida do Departamento de Zootecnia da UFPR pela constante ajuda e amizade.*

*Aos professores Mário, Rodrigo e Ciniro do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da UNESP - Campus de Botucatu pela ajuda prestada e amizade.*

*À professora Cynthia do Departamento de Produção Animal da UNESP - Campus de Botucatu pela ajuda prestada e amizade.*

*À funcionária e grande amiga Tuça do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ e sua família pelo companheirismo, ajuda, conselhos e pelos ótimos momentos vividos.*

*Aos funcionários César, Alan e Tânia do Laboratório de Bromatologia da ESALQ pela ajuda e pelo convívio.*

*Às bibliotecárias Eliana e Sílvia da Biblioteca Central da ESALQ pela enorme ajuda e atenção.*

*Ao querido funcionário Vitinho e toda a sua família pela postura e ajuda incondicional durante todo o experimento.*

*Aos funcionários João, Ricardinho, Zanquetin da FZEA e suas famílias pela ajuda incondicional diária, pelos momentos de descontração e por todos seus esforços durante todo o experimento.*

*À funcionária Cláudia da FZEA pela enorme ajuda prestada, contribuições e amizade.*

*Aos funcionários Gilmar, Manuel, Valdir, Privatti, Fernando Schalch, Claudinho, Carlos, Gustavo, Godoy, José Roberto, Fernando, Ismael e todo o pessoal do gado de corte e todos os demais funcionários da FZEA por toda a ajuda e atenção recebida durante todo o experimento.*

*Aos funcionários Renato, Paulinho e Adriana da Coordenadoria da FZEA pela ajuda constante com os documentos necessários e toda a logística durante o desenvolvimento do projeto.*

*Ao Porto e todos os guardas do Campus da FZEA que sempre me ajudaram, principalmente durante a confecção das silagens.*

*Ao funcionário Sidinei da UNESP – Campus de Botucatu pela extrema ajuda e ensinamentos durante a confecção do milho grão úmido ensilado.*

*Ao Chico, Zé, Aninha e suas famílias pela ajuda, companheirismo e amizade durante todo o experimento.*

*Ao amigo Nilson e toda a sua família pela constante ajuda e pelos momentos de descontração vividos com todo o grupo de Pirassununga.*

*Aos amigos Amália, Andréa, Michele, Pamela, Fabiane, Veridiana, Antônio e Geovani do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ pelos ótimos momentos vividos.*

*À Pamela pela ajuda e apoio durante parte do período experimental e nas intensas análises laboratoriais.*

*Aos amigos Liana, Eduardo Eifert, Laudi, Patrícia Pauletti, Patrícia, Liris, Rodriguinho, Rosana, Tiago, Amoracyr, Yuri, Roberta, Luis Eduardo, Gabi, Pedro, Angelo, Miriã, Carol, Marina e Neide que deixaram boas lembranças no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ, pelos momentos de descontração, constante ajuda e amizade.*

*Ao amigo Nelson Nepomuceno pelos ensinamentos, apoio, amizade e pelos momentos de grande descontração durante os cursos do RLM, tornando estes eventos muito gratificantes e divertidos.*

*Ao meu grande amigo Rodriguinho da ESALQ pelos momentos de companheirismo e descontração e pela ajuda incondicional durante a fase experimental e de redação.*

*À minha grande amiga de longas datas Carlinha pelo companheirismo, ajuda, apoio, amizade e por todos os momentos compartilhados e pelos ótimos momentos vividos.*

*As amigas Carlinha, Vivian, Débora, Bia e seus familiares e as minhas queridas primas Flora e Petra pelos ótimos momentos de descontração vivenciados ao longo destes anos.*

*Aos amigos Amoracyr, Tiago, José Luiz, Rodrigo, Marina, Rosana, Pedro, Thays, Letícia e Paulinho da FZEA pelos ensinamentos, companheirismo, enorme ajuda e amizade durante o experimento.*

*Aos amigos Rodrigo, Robson, Luis Marcelo e João Paulo da UNESP – Campus de Botucatu pela grande ajuda prestada e pelos momentos juntos vividos.*

*Aos amigos Cadra, Céline, Kevin, Christian, Hannah e Anna da Kansas State University e seus familiares pela ótima recepção, ensinamentos, ajuda, momentos de descontração e amizade durante todo o tempo que trabalhamos juntos.*

*Aos amigos Valdinar, Carmem, Lorena, Larissa, Marcellus, Martha, Amanda, Gabriel e Lucas pelos momentos de descontração, amizade, conselhos, apoio e convívio no Kansas.*

*Aos meus queridos estagiários Geovani, Breno, Camila e Leticia da ESALQ pelo companheirismo, ajuda, dedicação, confiança e amizade.*

*Aos meus queridos estagiários Anderson, Daiane, Andréa, Priscila, Thaila, Joãozinho, Rafaela, Darren, Dustin, Karina, Danieli, Thaís Brocha, Thaís, Thamiris, Marcelo, Eduardo, Leandro, Rafael, Beatriz, Brunna, Vitor, Hugo, Lucas, Laís Carvalho, Laís e André da FZEA pelo companheirismo, ajuda, dedicação, confiança e amizade.*

*A minha maravilhosa família: marido, meus pais, pais do meu marido, meus irmãos, cunhada, cunhados, sobrinhos, avós, tios, tias e primos os quais não preciso citar nomes, principalmente porque esta família está cada vez maior, mas com certeza tenho um eterno carinho, admiração e me sinto abençoada por tê-los muito próximos mesmo quando estamos distantes.*

*Ao Arlindo, Celso Boin e a empresa Novanis pelo auxílio prestado, ajuda, atenção e apoio durante toda a fase experimental.*

*Ao Celso Casale, José Henrique e a empresa Casale pela ajuda constante, apoio, confiança e prontidão em sempre nos ajudar.*

*Ao Matheus Menta e a empresa Menta pelo apoio, confiança e auxílio prestado durante todo o desenvolvimento do projeto.*

*Ao amigo Lucas Mari e a empresa Katec – Lallemand pelo suporte, apoio e auxílio prestado durante a condução do experimento.*

*Ao Danilo Grandini e a empresa Phibro pela confiança e ajuda sempre.*

*Ao Fernando Scheffer, Dailla e ao grupo Bom Futuro pelo grandioso apoio e auxílio para a execução deste experimento.*

*À Cargill pelo auxílio, confiança e apoio prestado para o desenvolvimento deste experimento.*

*À Louis Dreyfus Commodities pelo apoio, confiança, auxílio e pela contribuição à nossa pesquisa.*

*À empresa Dow AgroScience pelo grande apoio e auxílio, viabilizando o desenvolvimento do nosso projeto.*

*À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela oportunidade e enorme contribuição em minha formação, pela qual tenho grande carinho.*

*À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos pela oportunidade e contribuição durante toda a fase experimental, pela qual tenho grande carinho.*

*À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu pela constante ajuda em minha formação profissional, pela qual tenho grande carinho.*

*À Kansas State University pela oportunidade e contribuição em minha formação, pela qual tenho grande carinho.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão temporária de bolsa de doutorado.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de bolsa de doutorado no país e bolsa de doutorado “sanduíche”.*

*À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela concessão do projeto de auxílio, permitindo a condução do experimento.*

*A todos os amigos e colegas que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho tão especial e com os quais tive a oportunidade de aprender, crescer e evoluir.*

***Muito obrigada!***

## SUMÁRIO

RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	13
1 INTRODUÇÃO .....	15
Referências .....	26
2 EFEITO DO PROCESSAMENTO DO MILHO E DO TEOR DE FORRAGEM NO DESEMPENHO DE BOVINOS NELORE EM TERMINAÇÃO.....	37
Resumo .....	37
Abstract .....	38
2.1 Introdução .....	38
2.2 Desenvolvimento.....	40
2.2.1 Local do experimento .....	40
2.2.2 Desenho experimental .....	40
2.2.3 Fonte de forragem e milho .....	41
2.2.4 Animais utilizados e rações experimentais.....	42
2.2.5 Colheita de dados e amostragens nos períodos de avaliação .....	47
2.2.6 Análises bromatológicas .....	48
2.2.7 Variáveis estimadas .....	49
2.2.8 Análise estatística .....	51
2.3 Resultados e Discussão.....	51
2.3.1 Desempenho animal .....	51
2.3.2 Características de carcaça.....	65
2.3.3 Parâmetros fecais .....	71
2.4 Conclusões .....	77
Referências .....	77
3 EFEITO DO PROCESSAMENTO DO MILHO E DA INCLUSÃO DE POLPA DE CITROS NO DESEMPENHO DE BOVINOS NELORE EM TERMINAÇÃO.....	85
Resumo .....	85
Abstract .....	85
3.1 Introdução .....	86

3.2 Desenvolvimento.....	87
3.2.1 Local do experimento .....	88
3.2.2 Desenho experimental .....	88
3.2.3 Fonte de forragem e milho .....	89
3.2.4 Animais utilizados e rações experimentais.....	90
3.2.5 Colheita de dados e amostragens nos períodos de avaliação .....	95
3.2.6 Análises bromatológicas .....	96
3.2.7 Variáveis estimadas .....	97
3.2.8 Análise estatística .....	98
3.3 Resultados e Discussão.....	99
3.3.1 Desempenho animal .....	99
3.3.2 Características de carcaça.....	107
3.3.3 Parâmetros fecais .....	112
3.4 Conclusões .....	116
Referências.....	116
APÊNDICES .....	123

## RESUMO

### **Efeito do processamento do milho e dos teores de fibra no desempenho de bovinos Nelore em terminação**

Foi avaliado o efeito do processamento do milho (PRC) e de diferentes teores de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) no desempenho de bovinos. Posteriormente, foi estudado o efeito do PRC e da inclusão de polpa cítrica (PCtr) em substituição ao milho. Foram utilizados em cada experimento 112 bovinos machos não castrados da raça Nelore, com peso inicial de  $384,1 \pm 29,5$  kg e  $378,3 \pm 21,3$  kg respectivamente. O delineamento foi o de blocos completos casualizados em esquema fatorial 2x4. No primeiro experimento os dois PRC foram grão úmido ensilado (GU) e grão seco moído fino (MM) e os teores de FDNf foram 3, 8, 13 e 18% na MS. No segundo experimento foram utilizados os mesmo PRC (GU ou MM) e quatro teores de PCtr (0, 7, 14 e 21% na MS). No primeiro experimento, verificou-se efeito quadrático de FDNf para ganho de peso ( $P=0,01$ ), sendo o ganho ótimo com inclusão de 13,0% de FDNf. Houve interação de PRC e FDNf ( $P=0,05$ ) para consumo de matéria seca (CMS) sendo que os maiores CMS foram obtidos com inclusões de 11,3 e 13,7% de FDNf para animais alimentados com MM e GU respectivamente. Em ambos os experimentos a eficiência alimentar (EA) foi melhor ( $P<0,01$ ) para animais alimentados com GU em relação ao MM. Houve efeito quadrático de FDNf para peso de carcaça quente e fria ( $P=0,04$ ), sendo as carcaças mais pesadas obtidas com 12,8% de FDNf na dieta. Foi observado efeito quadrático de FDNf para peso de gordura renal, pélvica e inguinal ( $P=0,04$ ), sendo que a maior deposição ocorreu com inclusões de 12,5% de FDNf. Houve interação de PRC e FDNf para teor de amido fecal (AF;  $P<0,001$ ). Animais alimentados com GU apresentaram teores médios de AF mais baixos (3% na MS) e independentes do teor de FDNf da dieta. Entretanto, animais recebendo dietas com MM apresentaram teores mais elevados de AF (13% na MS), que foi reduzido com o aumento do teor de FDNf. No segundo experimento, observou-se efeito de PRC ( $P<0,001$ ) para CMS, que foi menor em animais alimentados com GU em relação aos MM. Houve efeito linear de PCtr no CMS ( $P<0,001$ ), ocorrendo aumento no CMS com o aumento da inclusão de PCtr. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) de PRC e nem de PCtr para características de carcaça. O AF foi menor em animais alimentados com GU em relação ao MM (3,16 vs. 8,63% na MS,  $P<0,001$ ). A exigência de FDNf para maior CMS foi dependente do método de PRC, sendo menor para o MM em relação ao GU (11,3 vs. 13,7% FDNf). A inclusão de aproximadamente 13% de FDNf parece ser adequada para maximizar o desempenho de bovinos Nelore em dietas contendo caroço de algodão. O GU melhora a EA e reduz as perdas fecais de amido.

**Palavras-chaves:** Milho grão úmido ensilado; Milho seco moído fino; Fibra insolúvel em detergente neutro; Fibra solúvel; Vitreosidade; Zebu



## ABSTRACT

### Effect of corn processing and fiber content on finishing performance of Nellore bulls

The effect of corn processing (PRC) and different levels of neutral detergent fiber from forage (NDFf) on performance were evaluated in one experiment and the effects of PRC and different citrus pulp levels (PCtr) were evaluated in a second experiment. In each study 112 Nellore bulls were used with  $384.1 \pm 29.5$  kg initial body weight (iBW) for the first experiment and  $378.3 \pm 21.3$  kg iBW for the second experiment. The animals were used in a randomized complete block design in a 2x4 factorial arrangement. The PRC methods evaluated were high moisture corn (HM) and finely ground corn (GC). The levels of NDFf evaluated were 3, 8, 13 e 18% in the DM. In the second trial the same two PRC (HM and GC) and four levels of PCtr were evaluated (0, 7, 14 and 21% in the DM). In the first experiment a quadratic effect of NDFf was observed ( $P=0.01$ ) with peak gain at 13.0% of NDFf. There was an interaction between PRC and NDFf ( $P=0.05$ ) for dry matter intake (DMI); peak DMI occurred with 11.3 and 13.7% NDFf for GC and HM respectively. In both experiments gain efficiency (GE) was better ( $P<0.01$ ) for animals fed HM than GC. There was a quadratical effect of NDFf for hot and cold carcass weight ( $P=0.04$ ), with maximum weights at 12.8% NDFf. A quadratical effect of NDFf for renal, pelvic and inguinal fat weight ( $P=0.04$ ) was observed with the highest weights at 12.5% NDFf. There was an interaction between PRC and NDFf for fecal starch (FS;  $P<0.001$ ). Animals fed HM diets presented no change in FS with different NDFf levels (3% in the DM). However, animals fed GC had higher average FS (13% in the DM), and there was a decrease in FS content with increasing NDFf percentage. In the second experiment, there was an effect of PRC ( $P<0.001$ ) on DMI, with lower intakes for animals fed HM diets. There was a linear effect of PCtr ( $P<0.001$ ) on DMI with increased intakes as a result of increasing PCtr in the diet. No effects were observed for PRC and PCtr for carcass traits. FS was lower in animals fed HM compared to GC (3.16 vs. 8.63% in the DM;  $P<0.001$ ). The NDFf required to optimize DMI was dependent on method of PRC (maximum intake required 11.3 and 13.7% NDFf for GC and HM, respectively). The performance of Nellore bulls could be optimized with around 13% NDFf in diets with cottonseed. The high moisture corn improves gain efficiency and decreases starch fecal losses.

Keywords: Finely ground corn; High moisture corn; Neutral detergent fiber; Soluble fiber; Vitreousness; Zebu



## 1 INTRODUÇÃO

O amido é o principal componente energético dos grãos e raízes e representa a principal fonte de energia em dietas de bovinos, com uma disponibilidade energética superior à dos carboidratos fibrosos presentes nas dietas de ruminantes (ZEOULA; CALDAS NETO, 2001). A digestibilidade do amido pode variar em função de vários fatores como: tipo de grão de cereal, teor de amilopectina e de amilose no grão de cereal, característica da camada externa do grânulo, presença da matriz protéica revestindo o grânulo de amido, o método de processamento do grão, bem como, a inclusão de fibra na dieta (TURGEON Jr.; BRINK; BRITTON, 1983; OWENS; ZINN, 2005).

Entre as diversas fontes de cereais, a diferença na digestibilidade poderia ser explicada, em partes, pelas características estruturais do grão. Observa-se maior digestibilidade dos grânulos de amido da mandioca, em relação aos de milho, sorgo, trigo, cevada e aveia (CONE; WOLTERS, 1990), provavelmente devido a estas diferenças estruturais. No trigo e na cevada o endosperma e a matriz protéica são facilmente penetrados pelos microrganismos amilolíticos, já no milho e, principalmente no sorgo, a matriz protéica que envolve os grânulos de amido é resistente à adesão e penetração pelos microrganismos (ORSKOV, 1986; KOTARSKI; WANISKA; THURN, 1992; McALLISTER et al., 1993).

Herrera-Saldana, Huber e Poore (1990) demonstraram haver diferença na degradabilidade *in vitro* e *in vivo* entre milho e sorgo, sendo que a fração de amido rapidamente degradável e a taxa de digestão foram melhores para o grão de milho. No trabalho desenvolvido por Rooney e Pflugfelder (1986) a disponibilidade ruminal do grão de milho é de aproximadamente 62%, mas somente 49% em média para os grãos de sorgo em função da matriz protéica associada com os grânulos de amido e a proporção de endosperma córneo.

Desta forma, o maior escape de amido para o intestino delgado em dietas à base de milho e de sorgo estaria relacionado à matriz protéica destes cereais. Como alternativa para maximizar a digestibilidade, principalmente dos grãos de milho e de sorgo, seria promover o rompimento da matriz protéica e/ou aumento da área de

exposição que pode ser obtido por meio de diferentes métodos de processamento de grãos (ORSKOV, 1986; SPICER et al., 1986; THEURER, 1986).

O processamento mais eficiente é aquele que apresenta efeito térmico, com a presença de água e a expansão do material, como a floculação. O método de floculação de grãos é um processo comum nos confinamentos dos Estados Unidos, enquanto que no Brasil o processamento mais utilizado é a moagem à seco dos grãos de milho e de sorgo (MILLEN et al., 2009).

A digestibilidade do amido no trato total é maior para os grãos floculados, porém a floculação no Brasil ainda se demonstra economicamente inviável (NOBRE, dados não publicados). Assim, uma alternativa para os confinamentos brasileiros seria a utilização de grãos de milho ensilados úmidos. O grão úmido ensilado é mais efetivo para aumentar a digestibilidade ruminal do amido e menos efetivo para aumentar a digestibilidade intestinal, quando comparada com a floculação (GALYEAN, 1996; HUNTINGTON, 1997; COOPER et al., 2002). Entretanto ambos (floculação e ensilagem de grãos úmidos) são os processamentos mais eficientes para melhorar o desempenho animal quando comparados com os métodos de moagem e laminação (CARARETO et al., 2011).

O uso de grãos de milho úmidos ensilados melhoram a digestibilidade do amido devido a menor influência das matrizes protéicas presentes no endosperma, pois não se encontram completamente consolidadas devido a colheita antecipada do grão (HALE, 1973). Além disso, conforme aumenta o tempo de armazenamento dos grãos úmidos de milho ensilados, torna-se maior a porcentagem de proteína solúvel expressa em porcentagem da proteína bruta e a disponibilidade de amido (BENTON; KLOPFENSTEIN; ERICKSON, 2005; MADER; RUST, 2006; HICKS; LAKE, 2006). Desta forma, ao se utilizar grão úmido ensilado, espera-se um aumento na digestibilidade do amido, promovendo melhor desempenho e/ou eficiência alimentar animal.

Tonroy, Perry e Beeson (1974) ao estudarem o efeito do processamento de grãos de milho sobre o desempenho de bovinos em confinamento, constataram que para o mesmo ganho de peso, a ingestão diária total de MS e a ingestão de grãos de milho foi menor para os animais que recebiam milho grão úmido ensilado em relação ao milho grão seco inteiro ou laminado. Entretanto, Mader et al. (1991) demonstraram que a utilização de grãos de milho úmido ensilados inteiros ou laminados reduz o ganho de peso e o consumo de alimentos, em comparação ao

uso de milho grão seco inteiro. Estes autores concluem que ao utilizar grão úmido ensilado os resultados nem sempre são consistentes, e que o desempenho animal é influenciado principalmente pelo método de processamento do grão antes e após a ensilagem, do grau de umidade desse grão no momento da ensilagem, da fermentação do grão dentro do silo e das condições de estocagem. Loerch e Fluharty (1998) estudando o processamento de grãos úmidos de milho ensilado observaram que novilhos alimentados com grão úmido laminado apresentaram tendência para maior ganho de peso (8% superior) e melhor eficiência (7% superior) do que novilhos alimentados com grãos úmidos inteiros de milho ensilado. Contudo, estes autores concluíram que o processamento de milho grão úmido ensilado não melhorou o desempenho de novilhos alimentados com dietas de alto grão.

Carareto et al. (2011) estudou o efeito de quatro métodos de processamentos do milho (floculação, ensilagem de grão úmido, moagem e laminação à seco) e duas inclusões de bagaço de cana-de-açúcar (12 ou 20% na MS da ração total). Estes autores verificaram maior ganho de peso e melhor valor de energia líquida da dieta para os grãos de milho floculados e ensilados úmido. Desta forma, estes autores concluíram que o milho floculado e o milho grão úmido ensilado foram os melhores processamentos para fornecer energia para bovinos Nelore em terminação.

Entretanto, Turgeon Jr., Brink e Britton (1983) recomendam que a moagem dos grãos de milho é suficiente para garantir melhor eficiência do sistema de engorda de bovinos em confinamento. A moagem dos grãos de cereais é o processamento mais simples e prático que pode ser aplicado para obtenção de diferentes tamanhos de partículas, ocorrendo variações na proporção da degradação ruminal e digestão intestinal. Diferentes granulometrias dos grãos podem implicar em diferentes digestibilidades e ganho de peso (HALE, 1973; ALBRO; WEBER; DEL CURTO, 1993).

Owens et al. (1997) revisaram os resultados de 605 comparações de fontes de amido e métodos de processamento sobre o desempenho de gado de corte. Estes autores concluíram que fontes de amido de alta digestibilidade ou que sofreram algum método de processamento, de forma geral, aumentaram a energia metabolizável das rações e diminuíram o consumo de MS não alterando o ganho de peso e melhorando a eficiência alimentar.

A moagem fina normalmente consegue aumentar a disponibilidade do amido dos grãos de cereais proporcionando desempenho animal satisfatório em confinamento, mas a silagem de grãos úmidos e a floculação, via de regra, são mais eficientes em aumentar a disponibilidade da energia dos grãos (SANTOS; PEREIRA; PEDROSO, 2004). A melhora no ganho de peso e na eficiência alimentar com a utilização do milho úmido ensilado pode viabilizar o confinamento dos animais, pois muitas vezes representa menor tempo de confinamento e menor custo da arroba produzida, visto que a alimentação pode representar até 80% do custo (TULLIO, 2004).

Porém, bezerros recém-desmamados não demonstraram diferenças de desempenho entre milho moído e milho inteiro com alta umidade (ALMEIDA Jr. et al., 2008). Henrique et al. (2007) verificaram que tourinhos Santa Gertrudis alimentados com milho grão úmido ensilado foram 9,7% mais eficientes que tourinhos tratados com milho seco moído, apesar de não observarem diferença entre os processamentos para consumo de MS, ganho de peso e características de carcaça. Silva et al. (2007) estudando o efeito de processamento do grão de milho (grão úmido ensilado vs. grão seco moído) e dois níveis de inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos no desempenho de bovinos Nelore, verificaram que animais alimentados com grão de milho úmido ensilado apresentaram menor ingestão de matéria seca (MS) e melhor eficiência alimentar em relação aos animais alimentados com milho grão seco moído. Entretanto, estes autores não verificaram diferença entre os processamentos utilizados quanto ao ganho de peso.

Há poucas pesquisas na literatura nacional comparando os métodos de processamento e o tipo de grão utilizado, além de seus efeitos sobre o desempenho de bovinos em terminação. Com isso, na maioria dos casos, as recomendações dos nutricionistas e consultores brasileiros se baseiam em resultados obtidos em pesquisas conduzidas no exterior (MILLEN et al., 2009). Sabe-se que o tipo de grão de milho utilizado no exterior (tipo dentado), bem como o método de processamento deste grão geralmente produzem resultados distintos dos observados em sistemas tipicamente nacionais quanto ao desempenho de bovinos zebuínos.

Portanto, outro aspecto que necessita de pesquisas específicas para as condições climáticas brasileiras é em relação ao tipo de grão, ou seja, a textura do grão de milho. Cruz et al. (2004) afirmaram que as cultivares de milho podem ser classificadas de acordo com a sua textura em: dentado ou mole (*dent*), grão duro ou

cristalino (*flint*) e grãos semiduros ou semidentados que apresentam características intermediárias. Os autores afirmam que uma importante característica para avaliar com maior precisão a textura do grão é a vitreosidade em virtude de estar relacionada com a quantidade de endosperma vítreo e farináceo, ou seja, quanto mais vítreo (grãos mais duros) maior a quantidade de endosperma vítreo, por outro lado, quanto mais dentado o grão, maior a quantidade de endosperma farináceo.

A maioria dos trabalhos internacionais utilizam grãos de milho do tipo dentado. Entretanto, no mercado brasileiro predominam os grãos de milho de textura semidura (53,82%) e dura (25,47%), sendo que os dentados e semidentados perfazem a minoria (CRUZ; PEREIRA FILHO; SILVA, 2011).

A textura do grão parece se justificar como característica para escolha de híbridos de milho para ensilagem, bem como seu ponto de colheita, principalmente quanto à degradação ruminal do amido (PHILIPPEAU; LE DESCHAULT DE MONREDON; MICHALET-DOREAU, 1999).

Correa (2001), ao avaliar a degradabilidade efetiva da MS, observou que grãos de milho que possuíam maior vitreosidade, ou texturas mais duras, apresentaram menor degradabilidade efetiva no rúmen. Ao utilizar a técnica de degradabilidade *in situ*, Lopes et al. (2004) observaram menores valores para a silagem com milho de textura semidura e dura em relação ao milho dentado. O processamento dos grãos antes da ensilagem do milho, principalmente de híbridos de textura dura no estágio de maturação fisiológica, aumenta a degradabilidade efetiva da MS, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e amido (FACTORI, 2008).

O aumento da vitreosidade dos grãos de milho foi associado com a diminuição da degradação ruminal do amido *in situ* (PHILIPPEAU; LE DESCHAULT DE MONREDON; MICHALET-DOREAU, 1999; CORREA et al., 2002). Corona, Owens e Zinn (2006) ao trabalhar com híbridos de milho dentado, verificaram que o efeito da vitreosidade na digestão do amido no milho floculado é mínimo, porém, no milho laminado observou-se aumento no teor de amido fecal conforme a porcentagem de vitreosidade no grão foi aumentada. Existe forte correlação negativa entre vitreosidade e degradabilidade do amido (CORREA et al., 2002; NGONYAMO-MAJEE et al., 2008), porém estes efeitos negativos na digestão do amido associados com o endosperma vítreo podem ser solucionados por meio de

práticas como a ensilagem e o processamento do milho de alta umidade (SZASZ et al., 2007).

Além disso, elevadas temperaturas ambientais resultam em menor quantidade de amido no endosperma, menores grânulos de amido, maior quantidade de amilose e maiores temperaturas necessárias para a gelatinização deste carboidrato (TESTER et al., 1991, 1995). Desta forma, em função dos híbridos disponíveis no mercado nacional e das condições climáticas, as características estruturais do grão devem ser consideradas e estudadas. Principalmente ao se observar que o número de bovinos confinados no Brasil está crescendo substancialmente nos últimos anos, com cerca de três milhões de cabeças terminadas em confinamentos, sendo que a principal fonte de amido utilizada na alimentação destes animais são os grãos de milho (FNP, 2011).

É também crescente a utilização de níveis elevados de concentrado em dietas de confinamentos, devido à dificuldade de manejo de grandes quantidades de volumoso e à limitação física que o volumoso proporciona prejudicando o consumo dos animais. Com o aumento do nível de concentrado, é possível obter altas taxas de ganho, adequado acabamento e maior eficiência de utilização do alimento (THEURER, 1986; OWENS; ZINN, 2005).

Com o aumento da expansão da agricultura e a necessidade de menores custos por unidade de energia digestível proveniente do grão em relação aos volumosos, a utilização de dietas com altos teores de amido deve ser aumentada. Porém, cuidados devem ser tomados com relação aos níveis de fibra necessários para a saúde ruminal de bovinos em terminação.

Kreikemeier et al. (1990) ao trabalhar com dietas contendo 0, 5, 10 e 15% de volumoso com base na MS da dieta e trigo laminado a vapor, observaram que novilhos alimentados com 5 ou 10% de volumoso foram mais eficientes e apresentaram maior ganho de peso em relação aqueles novilhos alimentados com 0 ou 15% de volumoso. Não houve efeito da inclusão de volumoso para incidência de abscesso hepático, entretanto a porcentagem de fígados condenados foi superior a 54% para todos os tratamentos (KREIKEMEIER et al., 1990). O ganho de peso e a eficiência do ganho são melhores quando pequenas quantidades de forragem são incluídas na dieta (STOCK et al., 1990). Da mesma forma, Parsons et al. (2007) incluindo 0, 4,5 e 9% de forragem na MS da ração total e utilizando grãos de milho floculado, verificaram melhores ganhos de peso para novilhos alimentados com os

maiores inclusões de forragem na dieta, havendo aumento linear para peso vivo final e consumo de MS com o aumento de volumoso na dieta.

Benton et al. (2007) ao trabalhar com dietas contendo misturas de milho laminado e milho grão úmido ensilado, grãos destilados e diferentes inclusões de volumoso na dieta total (0, 4 e 8% na MS), também demonstraram que novilhos alimentados sem volumoso na dieta apresentaram menor consumo de MS, menor peso vivo final e ganho de peso, além de menor rendimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea. Depenbusch et al. (2009) também trabalhando com milho floculado com dietas contendo grãos provenientes de destilarias e inclusões entre 0 e 6% de feno de alfafa, observaram que novilhos recebendo 6% de feno de alfafa apresentaram maior consumo de MS e ganho de peso em relação aqueles animais sem inclusão de feno de alfafa na dieta. Estes autores também observaram que animais alimentados com grãos destilados, mas sem a inclusão de feno de alfafa apresentaram carcaças mais leves e magras em relação àqueles novilhos alimentados com 6% de feno de alfafa. Marques et al. (2011) ao avaliar a utilização de grão de milho inteiro e a inclusão de três níveis de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (0, 3 ou 6% na MS da ração total) pode observar efeito quadrático de inclusão de bagaço para consumo de MS, ganho médio diário e peso de carcaça quente. Entretanto o desempenho de bovinos alimentados sem inclusão de bagaço foi inferior aqueles animais recebendo dietas com 3 ou 6% de bagaço.

Volumosos devem ser incluídos nas dietas de terminação de bovinos de corte com o intuito de reduzir a incidência de acidose, promovendo, conseqüentemente, melhora no desempenho animal. Inclusões entre 10 e 15% de forragem são necessárias para manter a saúde do epitélio ruminal (WISE et al., 1968). Entretanto, diante do seu alto custo por unidade energética, os esforços dos nutricionistas se voltam para fornecer o mínimo de forragem possível de forma a permitir o máximo desempenho animal (ZINN; CORONA; WARE, 2004).

No Brasil, existe grande diversidade de fontes de forragem utilizadas em confinamentos comerciais (MILLEN et al., 2009). Desta forma, com o intuito de se padronizar a inclusão das mais variadas forragens em dietas de terminação há a necessidade de se determinar níveis ótimos de inclusões sem que haja alterações no consumo de energia e conseqüentemente no desempenho animal.

Gill et al. (1981) avaliaram dois métodos de processamento de milho (grão úmido ensilado e floculado) e a mistura em iguais proporções dos mesmos, e cinco

inclusões de forragens (8,12,16, 20 e 24% na MS) utilizando a mistura de silagem de milho e feno de alfafa (67 e 33% respectivamente). Estes autores observaram diferentes exigências de forragem para cada inclusão de processamento utilizado. O ganho e a eficiência alimentar foram melhorados com inclusões de 8% de forragem para o milho floculado, 12% de forragem para a mistura entre milho grão úmido ensilado e milho floculado e de 16% de forragem para o milho grão úmido. Estes autores concluíram que além do processamento do grão ser importante para determinar o teor ótimo de inclusão de forragem na dieta, altas inclusões de forragens em dietas de terminação não são vantajosas por reduzirem o ganho de peso e a eficiência alimentar de bovinos confinados.

Poore, Moore e Swingle (1990) utilizando 50% de casca de trigo e 50% de feno de alfafa como fonte de volumoso das dietas contendo 30, 60 e 90% de concentrado, observaram que o consumo de MS foi menor para os animais que receberam dieta com 30% de concentrado em relação aos animais recebendo 60 e 90%.

Leme et al. (2003) ao avaliarem inclusões de 15, 21 e 27% na MS de bagaço de cana-de-açúcar e milho grão seco em dietas de terminação para bovinos Nelore, concluíram que inclusões entre 15% e 21% de bagaço de cana-de-açúcar como única fonte de volumoso em rações de terminação são viáveis para se atingir maior desempenho animal. Nuñez (2008) ao avaliar o nível de inclusão de 9 e 27% de silagem de milho para novilhos Nelore em terminação, observou maiores valores de consumo de MS, consumo de energia metabolizável e ganho de peso para animais alimentados com menor inclusão de volumoso. Carareto et al. (2011) ao avaliar inclusões de 12 e 20% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* observam que inclusões de 12% de bagaço promoveu melhor desempenho animal.

MacDonald et al. (2011) ao utilizar dietas a base de milho floculado, com inclusões de feno de alfafa de 7,5, 10 ou 12,5% e 25% de grãos de sorgo destilados, concluíram que com o aumento da inclusão de feno de alfafa houve tendência em aumentar linearmente o consumo de MS e a conversão alimentar. Entretanto, não foram observadas mudanças no ganho de peso, peso de carcaça quente, marmoreio e área de olho de lombo. May et al. (2011) ao estudar inclusões de 7,5, 10 ou 12,5% de feno de alfafa, 0, 15 ou 30% de grãos destilados, verificaram que conforme houve aumento da inclusão de fibra de alfafa na dieta, houve queda

linear para a eficiência alimentar e energia líquida para manutenção e ganho das dietas.

Entretanto, o nível de FDN da forragem (FDNf) não só representa a sua particular funcionalidade em promover processos digestivos, mas a forragem pode limitar a ingestão de energia, e deste modo, apresentar uma influência negativa no desempenho dos animais (ZINN; CORONA; WARE, 2004; ZINN; WARE, 2007). Ware e Zinn (2004), em trabalho com diferentes forragens e mesmo nível de inclusão de FDNf, não detectaram efeito para tratamento quanto ao ganho de peso diário, consumo de matéria seca, eficiência do ganho e valor de energia líquida da dieta. Quando dietas contendo baixas inclusões de forragens são formuladas com base no FDN da forragem não ocorre limitação da função ruminal e o desempenho não é afetado pela fonte de forragem (WARE; ZINN, 2004; BENTON et al., 2007).

Uwituze et al. (2010) trabalhando com baixas inclusões de feno de alfafa vs. silagem de milho não encontraram efeito da fonte de fibra utilizada para ganho de peso, eficiência alimentar e energia líquida para manutenção e ganho uma vez que as dietas foram formuladas para ter a mesma inclusão de FDNf.

Segundo Zinn, Corona e Ware (2004), deve-se adotar níveis de inclusão de FDNf entre 6 a 11% em dietas de terminação para que não ocorra limitação do consumo da energia ingerida, maximizando o ganho. Goulart e Nussio (2011) recomendam inclusões de FDNf variando entre 10 e 18% para animais zebuinos, de forma a garantir as exigências mínimas de saúde ruminal e maximizar a eficiência alimentar do animal.

No intuito de promover melhorias no padrão de fermentação ruminal, a polpa de citros pode ser utilizada como substituto ao grão de milho, por conter elevado teor de pectina (VAN SOEST, 1994; BAMPIDIS; ROBINSON, 2006). A polpa de citros é um subproduto da agroindústria citrícola caracterizada como alimento de alto valor energético. A inclusão de polpa cítrica em dietas contendo alta inclusão de amido e baixos teores de fibra na ração total, pode prevenir o surgimento de problemas ruminais em bovinos confinados (BARRETO Jr. et al., 2008), principalmente quando se faz uso de grãos de milho oriundos de processamentos, que apresentam maior digestibilidade do amido (HUNTINGTON, 1997).

Poucos são os estudos avaliando a inclusão de polpa de citros para bovinos confinados alimentados com dietas contendo baixa inclusão de forragem. A utilização da polpa cítrica em dietas contendo alta inclusão de silagem de milho na

ração total (aproximadamente 80% na MS) parece não prejudicar o desempenho de bovinos. Entretanto, ao se utilizar baixas inclusões de silagem de milho na ração total (aproximadamente 20% na MS), o desempenho dos animais alimentados com polpa de citros foi comprometido, em relação aqueles alimentados com milho grão inteiro (HENRIQUE et al., 1998; LEME et al., 2000). Faturi et al. (2006), trabalhando com teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) alto e baixo na dieta total, com inclusões de 40% de silagem de milho contendo milho ou polpa, observou que os animais dos tratamentos contendo baixo FDN com milho e alto FDN com polpa apresentaram melhor desempenho. A dieta com baixo FDN e inclusão de polpa cítrica foi a ração que promoveu o menor desempenho dos animais.

Pereira et al. (2007) ao utilizarem inclusões de 30% de silagem de cana-de-açúcar e substituições do milho moído por polpa de citros (0, 50, 75 e 100% do milho na MS), observaram melhores dados de desempenho para animais contendo 50% de polpa em substituição ao milho. Além disso, estes autores afirmam que o National Research Council - NRC (1996) subestima o valor energético da polpa de citros em relação ao milho moído. Entretanto, dos trabalhos encontrados na literatura utilizando bovinos Nelore, Ezequiel et al. (2006) não observou diferença quanto aos dados de desempenho quando realizou substituição parcial (50%) do milho moído por polpa de citros. Moscardini (2008) concluiu que a substituição de 71% do milho por polpa de citros não altera o desempenho de bovinos Nelore quando se reduz o teor de forragem da dieta de 11 para 7% na MS.

Moore, Essig e Smithson (1975), em experimento com dietas de alta, média ou baixa energia (energia digestível igual a 3086, 2755 e 2425 kcal por kg de dieta, respectivamente) observaram que a digestibilidade da MS não diferiu para animais zebuínos (63,47%, 63,86% e 61,71%, respectivamente). Já para os demais grupamentos genéticos estudados, a digestibilidade da MS foi maior quando os animais foram submetidos à dietas de alta e média energia, sendo inferior quando receberam dietas com baixo teor de energia (e.g. 71,05%, 66,59% e 54,04%, respectivamente para animais da raça Hereford).

Olbrich Jr. (1996) também relatou que animais Brahman alimentados com 40% de concentrado e 60% de silagem de milho foram tão eficientes quanto aqueles alimentados com 15% de silagem e 85% de concentrado, com ganho de peso médio de 1,19 kg/dia. Tais resultados não seriam previstos e nem explicados pelo NRC (1996), Agricultural and Food Research Council - AFRC (1993), Institut National de

la Recherche Agronomic - INRA (1989) ou Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization - CSIRO (1990). Neste mesmo experimento, Olbrich Jr. (1996) notou que novilhos da raça Brahman possuem menor habilidade para digerir amido em relação a animais da raça Angus, tendo como indicativo o amido fecal, variável que pode ser utilizada como indicadora do aproveitamento do amido dietético por animais alimentados com dietas de alto concentrado (ZINN; OWENS; WARE, 2002).

A quantificação do amido fecal também foi sugerida por Owens e Zinn (2005) para estimar a digestibilidade do amido e da energia líquida de manutenção e de ganho proveniente do grão de milho. As equações descritas por estes autores para estimar a digestibilidade do amido apresentam elevado coeficiente de determinação entre 0,90 a 0,96, quando se realiza a análise do amido e do nitrogênio dietético e fecal (ZINN et al., 2007).

Alguns trabalhos prévios (MOORE; ESSIG; SMITHSON, 1975; VALADARES FILHO et al., 1985; OLBRICH Jr., 1996; LANNA et al., 1997) demonstraram diferenças na digestão dos nutrientes, principalmente amido (CAETANO, 2008), e no desempenho de animais Nelore em relação aos europeus, puros ou cruzados (CAETANO et al., 2008, MARCONDES et al., 2011). Em zebuínos puros os ganhos de peso observados são inferiores aos esperados usando as equações do NRC tendo como base a composição da dieta e consumo observados experimentalmente (NUSSIO, 1993). As equações sugeridas pelas normas de alimentação de bovinos como o NRC (1984, 1996) não parecem ser adequadas para zebuínos. Almeida (2005) sugeriu novas equações de consumo para animais Nelore puros, enquanto que o consumo dos animais cruzados Nelore vs. *Bos taurus* foi adequadamente estimado pelo NRC (1984, 1996).

Além disso, pesquisas brasileiras têm mostrado que animais zebuínos atingem o ápice da curva de consumo com menor concentração energética que os bovinos europeus e cruzados (ALMEIDA; LANNA, 2003), sendo que o máximo consumo para animais Brangus ocorre com 67,05% de nutrientes digestíveis totais (NDT) na dieta, enquanto que para bovinos Nelore o consumo é máximo em dietas com 64,10% de NDT (PUTRINO et al., 2002). Há também uma divergência de desempenho entre bovinos da raça Nelore e demais grupamentos genéticos quanto ao nível de energia na dieta. Sabe-se que em dietas ricas em concentrado, *Bos taurus* consomem mais alimentos em relação às suas exigências de manutenção

em comparação ao *Bos indicus*, e assim ganham peso mais rápido e de maneira mais eficiente (KREHBIEL; KREIKEMEIER; FERRELL, 2000). Não se sabe ao certo se esta vantagem dos bovinos europeus e cruzados em relação aos zebuínos, quando submetidos a dietas com alto teor de concentrado, ocorre devido à diferença no tamanho do trato gastrointestinal, microbiota ruminal ou se há diferenças no metabolismo dos mesmos quanto ao aproveitamento do amido (MOORE; ESSIG; SMITHSON, 1975). O grupo de pesquisa do laboratório de nutrição e crescimento animal (LNCA – ESALQ / USP) também observou que animais com maior grau de sangue zebuíno apresentam maiores perdas de amido, e que animais da raça Nelore chegam a apresentar 28% mais amido nas fezes em relação a animais cruzados e/ou europeus (CAETANO, 2008).

Portanto, como mais de 72% dos animais confinados no Brasil são Nelore ou de origem zebuina (COSTA Jr., dados não publicados), e devido a insuficiente informação encontrada na literatura quanto aos zebuínos e ao processamento e textura do grão, torna-se importante averiguar qual o melhor teor necessário de fibra na dieta que proporcione melhor desempenho e menores perdas de amido.

## Referências

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirement of ruminants: an advisory manual prepared by the AFRC technical committee on responses to nutrients.** Wallingford: CAB International, 1993. 159 p.

ALBRO, J.D.; WEBER, D.W.; DEL CURTO, T. Compararisons of whole, raw soybeans, extruded soybeans meal e barley on digestive characteristics and performance of weaned beef steers consuming mature grass hay. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, n. 1, p. 26-32, 1993.

ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento.** 2005. 182 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ALMEIDA, R.; LANNA, D.P.D. Influence of breed on performance and dry matter intake by feedlot bull calves in Brazil. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, suppl. 1, p. 111, 2003.

ALMEIDA JR., G.A.; COSTA, C.; CARVALHO, S.M.R.; PERSICHETTI JR., P.; PANICHI, A. Desempenho de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 148-156, 2008.

BAMPIDIS, V.; ROBINSON, P. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 128, p. 175-217, 2006.

BARRETO Jr., R.A.; MINERVINO, A.H.H.; RODRIGUES, F.A.M.L.; ANTONELLI, A.C.; SUCUPIRA, M.C.A.; MORI, C.S.; ORTOLANI, E.L. Avaliação do potencial da polpa cítrica em provocar acidose láctica ruminal aguda em bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 421-428, 2008.

BENTON, J.R.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; VANDER POL, K.J.; GREENQUIST, M.A. Effects of roughage source and level with the inclusion of wet distillers grains on finishing cattle performance and economics. **Nebraska Beef Report**, Lincoln, p. 29-32, 2007.

BENTON, J.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Report**, Lincoln, p. 31-33, 2005.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso do amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CAETANO, M.; NUÑEZ, A.J.C.; GOULART, R.S.; SOUZA, A.R.D.L.; PACKER, I.U.; LANNA, D.P.D. Perdas de amido em bovinos confinado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008. 1 CD-ROM.

CARARETO, R.; SANTOS, F.A.P.; MOURÃO, G.; PEDROSO, A.M.; SITTA, C.; SOARES, M.P.; PAULA, M.R.; MARQUES, R.S.; SOARES, M.C. Corn grain processing methods and forage levels in finishing diets for Nelore bulls. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 89, suppl. 1, p. 115, 2011.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION. **Feeding standards for Australian livestock: ruminants**. East Melbourne, 1990. 266 p.

CONE, J.W.; WOLTERS, M.G.E. Some properties and degradability of isolated starch granules. **Starch**, Weinheim, v. 42, p. 298-301, 1990.

COOPER, R.J.; MILTON, C.T.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SCOTT, T.L.; WILSON, C.B.; MASS, R.A. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, p. 797-804, 2002.

CORONA, L.; OWENS, F.N.; ZINN, R. A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, p. 3020-3031, 2006.

CORREA, C.E.S. **Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o efeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas**. 2001. 102 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 85, p. 3008–3012, 2002.

CRUZ, J.C.; CORRÊA, L.A.; PEREIRA FILHO, I.A.; PEREIRA, F.T.F.; GUISTEM, J.M.; VERSIANI, R.P. **Cultivares de milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2004/05**. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/>>. Acesso em: 08 set. 2008.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SILVA, G.H. **Mais de 170 cultivares transgênicas são disponibilizadas no mercado de sementes do Brasil para a safra 2011/12**. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milo/cultivares/index.php>>. Acesso em: 24 dez. 2011.

DEPENBUSCH, B.E.; LOE, E.R.; SINDT, J.J.; COLE, N.A.; HIGGINS, J.J.; DROUILLARD, J.S. Optimizing use of distillers grains in finishing diets containing steam-flaked corn. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 87, p. 2644-2652, 2009.

EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2050-2057, 2006.

FACTORI, M.A. **Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem**. 2008. 40 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

FATURI, C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FONTES, N.A.; STIAQUE, M.G.; SILVA, O.G.C. Fibra solúvel e amido como fontes de carboidratos para terminação de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2110-2117, 2006.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Anualpec 2011**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2011. 378 p.

GALYEAN, M.L. Protein levels in beef cattle finishing diets: industry application, university research, and systems results. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, n. 3, p. 2860-2870, 1996.

GILL, D.R.; OWENS, F.N.; MARTIN, J.J.; WILLIAMS, D.E.; ZINN, R.A.; HILLIER, R.J. Roughage levels in feedlot rations. **Oklahoma Agricultural Experiment Station Research Report**, Stillwater, p.141-146, 1981.

GOULART, R.S.; NUSSIO, L.G. Exigências de fibra fisicamente efetiva para bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 7.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE, 2., 2011, Lavras. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011. p. 111-153.

HALE, W.H. Influence of processing on the utilization of grain (starch) by ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, p. 1075-1080, 1973.

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

HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L.; SIQUEIRA, P.A.; ALLEONI, G.F. Substituição de amido por pectina em dietas com diferentes níveis de concentrado. 1. Desempenho animal e características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1206-1211, 1998.

HERRERA-SALDANA, R.E.; HUBER, J.T.; POORE, M.H. Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereal grains. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 73, p. 2386-2393, 1990.

HICKS, R.B.; LAKE, R.P. High moisture corn quality control at Hitch. In: CATTLE GRAIN PROCESSING SYMPOSIUM, 2006, Stillwater. **Proceedings...** Stillwater, 2006. p. 56-61.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, p. 852-867, 1997.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Ruminant nutrition**. Paris: John Libbey Eurotext, 1989. 389 p.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **The Journal of Nutrition**, v. 122, n. 1, p. 178-190, 1992.

KREHBIEL, C.R.; KREIKEMEIER, K.K.; FERRELL, C.L. Influence of *Bos indicus* crossbreeding and cattle age on apparent utilization of a high-grain diet. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, p. 1641-1647, 2000.

KREIKEMEIER, K.K.; HARMON, D.L.; BRANDT JR., R.T.; NAGARAJA, T.G.; COCHRAN, R.C. Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, p. 2130-2141, 1990.

LANNA, D.P.D.; LEME, P.R.; HENRIQUE, W.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F. Substitution of starch for pectin crossbred zebu bulls: metabolizable and net energy requirements and efficiency of energy utilization. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, suppl. 1, p. 274, 1997.

LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; HENRIQUE, W.; ALLEONI, G.F.; BOIN, C. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 834-839, 2000.

LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003.

LOERCH, S.C.; FLUHARTY, F.L. Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, p. 681-685, 1998.

LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C.; NOVAES, L.P.; VIANA, A.C.; POSSAS, F.P.; OLIVEIRA, J.S.; GONÇALVES, L.C. Avaliação da degradabilidade ruminal in situ da matéria seca de silagens de milho (*Zea mays*, L.) com diferentes graus de vitreosidade e com perfil de aminoácidos modificado In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: EMPAER, 2004. p. 200.

MacDONALD, J.C.; JENKINS, K.H.; MCCOLLUM, F.T.; COLE, N.A. **Effects of level of alfalfa hay in steam-flaked corn based diets containing 25% sorghum wet distiller's grains**. Disponível em: <<http://amarillo.tamu.edu/files/2011/01/Effects-of-Level-of-Alfalfa-Hay.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

MADER, T.L.; DAHLQUIST, J.M.; BRITTON, R.A.; KRAUSE, V.E. Type and mixtures of high-moisture corn in beef cattle finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, n. 6, p. 3480-3486, 1991.

MADER, T.; RUST, S. High moisture grains: harvesting, processing and storage. In: CATTLE GRAIN PROCESSING SYMPOSIUM, 2006, Stillwater. **Proceedings...** Stillwater, 2006. p. 88-92.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1313-1324, 2011.

MARQUES, R.S.; DÓREA, J.R.R.; PEDROSO, A.M.; BISPO, A.W.; MARTINS, C.G.; ANGOLINI, W.F.; SANTOS, F.A.P. Effects of varying forage levels in diets containing whole flint corn and benefits of steam flaking the corn on finishing Nelore bulls performance, carcass characteristics, and liver abscesses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 89, suppl. 1, p. 762, 2011.

MAY, M.L.; QUINN, M.J.; DiLORENZO, N.; SMITH, D.R.; GALYEAN, M.L. Effects of roughage concentration in steam-flaked corn-based diets containing wet distillers grains with solubles on feedlot cattle performance, carcass characteristics, and in vitro fermentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 89, p. 549-559, 2011.

McALLISTER, T.L.; PHILLIPE, R.C.; RODE, L.M.; CHENG, K.J. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, n. 1, p. 204-212, 1993.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MOORE, R.L.; ESSIG, H.W.; SMITHSON, L.J. Influence of breeds of beef cattle on ration utilization. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 41, n. 1, p. 203-207, 1975.

MOSCARDINI, M.C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento.** 2008. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 6<sup>th</sup> ed. Washington: National Academy Press, 1984. 90 p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7<sup>th</sup> ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242 p.

NGONYAMO-MAJEE, D.; SHAVER, R. D.; COORS, J. G.; SAPIENZA, D.; LAUER, J. G. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm: II. Ruminant and post-ruminant degradabilities. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 142, p. 259-274, 2008.

NUÑEZ, A.J.C. **Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado.** 2008. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

NUSSIO, L.G. **Efeito de níveis de concentrado sobre o desempenho de bovinos e a digestibilidade de dietas a base de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L*) tratado sob pressão de vapor.** 1993. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

OLBRICH JR., J.F. **The effect of corn particle size and corn silage level on the performance of Angus (*Bos taurus*) and Brahman (*Bos indicus*) steers.** 1996. 181 p. Thesis (PhD in Animal Science) - University of Florida, Gainesville, 1996.

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

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

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, p. 868-879, 1997.

PARSONS, C.H.; VASCONCELOS, J.T.; SWINGLE, R.S; DEFOOR, P.J.; NUNNERY, G.A.; SALYER, G.B.; GALYEAN, M.L. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 85, p. 3079-3089, 2007.

PEREIRA, E.P.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.M.; COSTA, D.F.A.; IMAIZUMI, H.; BITTAR, C.M.M. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007.

PHILIPPEAU, C.; LE DESCHAULT DE MONREDON, F.; MICHALET-DOREAU, B. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, p. 238–243, 1999.

POORE, M.H.; MOORE, J.A.; SWINGLE, R.S. Differential passage rates and digestion of neutral detergent fiber from grain and diets fed to steers' forages in 30, 60 and 90% concentrate. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, p. 2965-2973, 1990.

PUTRINO, S.M.; LEME, P.R.; SILVA, S.L.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; SCHALCH, F.J. Desempenho de tourinhos Brangus e Nelore alimentados com diferentes proporções de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 4.

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

SANTOS, F.A.P., PEREIRA, E.M., PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 262-297.

SILVA, L.S.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LANNA, D.P.D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.

SPICER, L.A.; THEURER, C.B.; SOWE, J.; NOON, T.H. Ruminal and post-ruminal utilization of nitrogen and starch from sorghum grain-, corn- and barley-based diets by beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 62, p. 521-530, 1986.

STOCK, R.A.; SINDT, M.H.; PARROTT, J.C.; GOEDEKEN, F.K. Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, p. 3441-3455, 1990.

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

TESTER, R.F.; SOUTH, J.B.; MORRISON, W.R.; ELLIS, R.P. The effects of ambient temperature during the grain-filling period on the composition and properties of four barley genotypes. **Journal of Cereal Science**, London, v. 13, p. 113-127, 1991.

TESTER, R.F.; MORRISON, W.R.; ELLIS, R.H.; PIGOTT, J.R.; BATTS, G.R.; WHEELER, T.R.; MORISON, J.I.L.; HADLEY, P.; LEDWARD, D.A. Effects of elevated growth temperature and carbon dioxide levels on some physicochemical properties of wheat starch. **Journal of Cereal Science**, London, v. 22, p. 63-71, 1995.

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

TONROY, B.R.; PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 39, n. 5, p. 931-936, 1974.

TULLIO, R.R. **Estratégias de manejo para a produção intensiva de bovinos visando à qualidade da carne**. 2004. 107 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2004.

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

UWITUZE, S.; PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DEPENBUSCH, B.E.; KARGES, K.K.; GIBSON, M.L.; REINHARDT, C.D.; HIGGINS, J.J.; DROUILLARD, J.S. Evaluation of dried distillers grains and roughage source in steam-flaked corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 88, p. 258-274, 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I.; CASTRO, A.C.G. Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovídeos alimentados com duas proporções de volumoso: concentrado (60:40 e 40:60%). 3 – silagem de milho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 599-609, 1985.

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

WARE, R.A.; ZINN, R.A. Influence of forage source and NDF level on growth performance of feedlot cattle. **Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science**, Saint Louis, v. 55, p. 637-641, 2004.

WISE, M.B.; HARVEY, R.W.; HANKINS, B.R.; BARRICK, E.R. Finishing beef cattle on all-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, p. 1449-1461, 1968.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de gado leiteiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA LEITEIRA – NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 249-284.

ZINN, R.A.; WARE, R.A. Forage quality: digestive limitations and their relationships to performance of beef and dairy cattle. In: ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION & MANAGEMENT CONFERENCE, 22., 2007, Tempe. **Proceedings...** Tempe, 2007. p. 49-54.

ZINN, R.A.; CORONA, L.; WARE, R.A. Forage quality: impacts on cattle performance and economics. In: NATIONAL ALFAFA SYMPOSIUM, 2004, San Diego. **Proceedings...** San Diego, 2004. p. 209-216.

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

ZINN, R.A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Starch digestion by feedlot cattle: predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 85, p. 1727-1730, 2007.



## 2 EFEITO DO PROCESSAMENTO DO MILHO E DO TEOR DE FORRAGEM NO DESEMPENHO DE BOVINOS NELORE EM TERMINAÇÃO

### Resumo

Este estudo avaliou o efeito do processamento (PRC) do milho de textura semidura e da inclusão de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) no desempenho de bovinos Nelore em terminação. Foram utilizados 112 bovinos machos não castrados da raça Nelore, com peso inicial de  $384,07 \pm 29,53$  kg, alimentados duas vezes ao dia em calan-gates ou baias individuais. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema fatorial 2x4, com dois métodos de processamento (milho grão úmido ensilado – GU ou milho grão seco moído fino – MM) e quatro níveis de FDNf (3, 8, 13 e 18% na MS) utilizando silagem de cana-de-açúcar como volumoso. Os animais foram confinados durante 81 dias, sendo 21 dias de adaptação. Amostras fecais foram coletadas aos 46º e 74º dias de confinamento, para determinação do teor de amido fecal (AF). Houve efeito quadrático de FDNf para peso final ( $P < 0,01$ ) e ganho de peso ( $P = 0,01$ ), sendo que o maior peso e ganho foram obtidos com inclusões de 13,3 e 13,0% FDNf, respectivamente. Houve interação entre PRC e FDNf ( $P = 0,05$ ) para consumo de matéria seca (CMS) e para CMS máximo as inclusões calculadas por regressão seriam de 11,3 e 13,7% de FDNf para animais alimentados com MM e GU respectivamente. A eficiência alimentar foi melhor ( $P < 0,001$ ) para animais alimentados com GU em relação a MM (0,172 vs. 0,151, melhora de 13,9%). Houve efeito quadrático de FDNf para peso de carcaça ( $P = 0,04$ ), sendo que as carcaças mais pesadas seriam obtidas com 12,8% de FDNf na dieta. Foi observado efeito quadrático de FDNf para peso de gordura renal, pélvica e inguinal ( $P = 0,04$ ), sendo que a maior deposição ocorreria com inclusões de 12,5% de FDNf. Interação entre PRC e FDNf foi verificada para teor de AF ( $P < 0,05$ ) em ambos os períodos de coleta. Os valores de AF para animais alimentados com GU foram mais baixos (3% da MS) e não foram afetados pelo teor de FDNf. Entretanto animais alimentados com MM apresentaram maiores teores de AF (13% na MS) e houve uma redução nos teores de AF com o aumento da inclusão de FDNf na dieta, em ambos os períodos de amostragens. A exigência de FDNf para maximizar o CMS de bovinos Nelore foi dependente do método de PRC, sendo menor para o MM em relação ao GU (11,3 vs. 13,7% FDNf). O teor de amido fecal de bovinos Nelore alimentados com milho grão úmido ensilado foi cerca de quatro vezes inferior ao milho seco moído fino, sugerindo maior aproveitamento do amido. Nas dietas deste trabalho, com caroço de algodão a inclusão de 13% de FDNf (FDN da dieta total ao redor de 26%) parece maximizar as variáveis de desempenho de bovinos Nelore.

Palavras-chaves: Amido fecal; Fibra insolúvel em detergente neutro; Forragem; Grão úmido ensilado; Milho seco moído fino; Vitreosidade

## Abstract

The objective of this study was to evaluate flint corn processing method (PRC) and level of neutral detergent fiber from forage (NDFf) for finishing Nellore cattle with high-concentrate, corn-based diets. In this study 112 Nellore bulls with initial body weight (BW)  $384.07 \pm 29.53$  kg were fed twice a day in calan-gates or individual pens. The animals were used in a randomized complete block design in a 2x4 factorial arrangement. The experiment tested two types of PRC (high moisture corn – HM, and finely ground corn – GC) and four NDFf levels (3, 8, 13 and 18% in the DM), using sugarcane silage as roughage. Bulls were adapted to the finishing diet over a 21-d period and fed a total of 81 d. To determine fecal starch (FS) concentration, each animal was sampled on days 46 and 74 of the feeding period. There was a quadratic effect of NDFf on final BW ( $P < 0.01$ ) and average daily gain (ADG;  $P = 0.01$ ), with 13.3 and 13.0% NDFf yielding the highest final BW and ADG, respectively. An interaction was observed between PRC and NDFf ( $P = 0.05$ ) for dry matter intake (DMI); peak DMI occurred with 11.3 and 13.7% NDFf for GC and HM, respectively. Gain efficiency was 13.9% greater ( $P < 0.001$ ) for animals fed HM compared to those fed GC (0.172 vs. 0.151, respectively). There was a quadratic effect of NDFf for carcass weight ( $P = 0.04$ ), so that the heaviest carcasses weights were estimated to be achieved at 12.8% NDFf. A quadratic effect of NDFf for renal, pelvic and inguinal fat weight ( $P = 0.04$ ) was observed with the highest weights estimated at 12.5% NDFf. An interaction between PRC and NDFf also was observed for FS ( $P < 0.05$ ). Bulls fed GC had a greater FS content (3% in the DM) as well as a linear decrease in FS with increasing levels of roughage. For bulls fed HM corn FS content was lower (3% of the DM) and levels were unchanged with different inclusions of NDFf in the diet. Bulls fed HM corn had lower fecal starch suggesting improved availability. The level of NDFf required to optimize DMI was dependent on method of PRC. The performance of Nellore bulls in a corn based diet with cottonseed inclusion was optimized at around 13% NDFf and 26% total NDF.

Keywords: Fecal starch; Finely ground corn; Forage; High moisture corn; Neutral detergent fiber; Vitreousness

## 2.1 Introdução

É crescente o uso de dietas com elevadas inclusões de grãos em confinamentos brasileiros no intuito de melhorar a eficiência, principalmente em razão de que as forragens apresentam maior custo por unidade de energia digestível quando comparada aos grãos (ZINN; WARE, 2007; MAY et al., 2011). Entretanto, as forragens são importantes em dietas de confinamento, pois ajudam a minimizar a incidência de distúrbios digestivos e conseqüentemente melhoram o desempenho (MAY et al., 2010).

Existe grande diversidade de forragens utilizadas como fonte de volumoso em confinamentos brasileiros (MILLEN et al., 2009). Observa-se que os dados de desempenho animal, principalmente o consumo de matéria seca (MS), são variáveis ao se trabalhar com teores semelhantes de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) na ração total e/ou com diferentes fontes de volumoso (BARTLE; PRESTON; MILLER, 1994; SHAIN et al., 1999; GALYEAN; DEFOOR, 2003). Desta forma, com o intuito de padronizar a resposta animal às diversas forragens utilizadas em dietas de confinamento, estas devem ser substituídas com base na fração FDN da forragem (FDNf) (WARE; ZINN, 2004; BENTON et al., 2007; UWITUZE et al., 2010).

Há poucos dados de pesquisa avaliando os níveis de inclusão da fração da fibra em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) para bovinos Nelore. Geralmente animais *Bos indicus* apresentam desempenho inferior a bovinos cruzados ou *Bos taurus* quando alimentados com dietas contendo alta inclusão de concentrado (OLBRICH Jr., 1996; GOULART; NUSSIO, 2011; MARCONDES et al., 2011). Com isso, aumentar a degradabilidade do amido pode tornar-se uma eficiente medida quanto ao uso da energia do grão de milho para bovinos Nelore.

Diversos métodos de processamento do grão de milho são usados para aumentar a eficiência de uso do grão. A ensilagem do grão de milho úmido torna-se interessante, pois libera a área plantada cerca de 30 dias antes do milho grão seco. Além disto, não há gasto de energia para a secagem. Este método de processamento e armazenamento do milho grão úmido resulta em melhora da digestibilidade e da conversão alimentar (HALE, 1973; HENRIQUE et al., 2007; SILVA et al., 2007).

A maior parte das informações referentes ao processamento de grãos provém de países, onde em sua grande maioria, se cultiva milho de textura dentada. Entretanto, sabe-se que no Brasil mais de 80% do milho é de textura dura e semidura e que estes híbridos apresentam menor degradabilidade do amido (CORREA, 2001; CORONA; OWENS; ZINN, 2006; CRUZ; PEREIRA FILHO; SILVA, 2011) e conseqüentemente, podem alterar o desempenho animal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes teores de FDNf sobre o desempenho, as características de carcaça e o aproveitamento de amido de bovinos Nelore em terminação. Os níveis de FDNf foram avaliados sob dois diferentes tratamentos do grão de milho semiduro: ensilado úmido ou moído seco.

## 2.2 Desenvolvimento

Este estudo foi aprovado pela comissão de ética do uso de animais em pesquisa (CEUAP) na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

### 2.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP, Pirassununga, SP.

### 2.2.2 Desenho experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo os animais separados de acordo com o peso vivo inicial, em esquema fatorial 2x4.

Os tratamentos utilizados consistiram em dois processamentos do grão de milho de textura semidura e quatro teores de fibra em detergente neutro proveniente de silagem de cana-de-açúcar, sendo:

- **Milho grão úmido ensilado contendo 3% de FDNf (GU3)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido na dieta e inclusão de 3% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão úmido ensilado contendo 8% de FDNf (GU8)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido na dieta e inclusão de 8% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão úmido ensilado contendo 13% de FDNf (GU13)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido na dieta e inclusão de 13% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão úmido ensilado contendo 18% de FDNf (GU18)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido na dieta e inclusão de 18% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão seco moído fino contendo 3% de FDNf (MM3)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido na dieta e inclusão de 3% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão seco moído fino contendo 8% de FDNf (MM8)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido na dieta e inclusão de 8% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão seco moído fino contendo 13% de FDNf (MM13)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido na dieta e inclusão de 13% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão seco moído fino contendo 18% de FDNf (MM18)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido na dieta e inclusão de 18% de FDN de silagem de cana-de-açúcar com base na matéria seca da ração total.

### 2.2.3 Fonte de forragem e milho

A fonte de fibra utilizada foi silagem de cana-de-açúcar (variedade SP91-1049). No momento da colheita a cana-de-açúcar apresentava 10 meses, sendo que esta foi cortada e picada utilizando a máquina Colhiflex 2008 MFC-1 da empresa Menta. Durante o processo de compactação da cana-de-açúcar, a mesma foi pulverizada com solução contendo bactéria heterolática *Lactobacillus buchneri* (cepa NCIMB 40788 - LALSIL<sup>®</sup>Cana - Lallemand) na dosagem de  $5 \times 10^{10}$  ufc/t.

Os grãos de milho DOW 2B707 tratados com o inseticida Cruiser<sup>®</sup> 350 FS da empresa Dow AgroScience foram plantados em quantidade suficiente para todo o experimento. Para a confecção do grão úmido ensilado do tipo *bag*, aos 109 dias após semeadura, iniciou-se a colheita parcial dos grãos com teor de umidade de 40% na lavoura. A moagem utilizada nos grãos úmidos de milho antes do processo de ensilagem foi realizada utilizando-se o equipamento Silotress Poelter modelo OP20 série 00200 (Patrimônio UNESP - Campus de Botucatu). A abertura do silo contendo milho grão úmido ocorreu após 6 meses do processo de ensilagem.

Para o milho seco moído fino, aos 157 dias após a semeadura, quando os grãos de milho atingiram teor de umidade de 19%, iniciou-se novamente a colheita. Os grãos foram levados até o secador pertencente à FZEA e secos até atingirem 13% de umidade, permitindo sua estocagem em silos graneleiros.

#### 2.2.4 Animais utilizados e rações experimentais

Foram utilizados 112 bovinos machos não castrados da raça Nelore, com peso médio inicial de  $384,1 \pm 29,5$  kg com idade entre 2 e 3 anos. Desta forma, utilizou-se 14 animais por tratamento. Foram alojados 48 animais em instalações do tipo *calan gates* permitindo desta forma o controle individual de consumo. Os demais 64 bovinos foram alojados em baias individuais. Nos dois tipos de instalação, somente houve sombreamento proporcionado pela cobertura do cocho.

No início do experimento os animais receberam ivermectina (1 mL para cada 50 kg de peso vivo), vitamina A, D e E (5 mL por animal), vacina de clostridiose (3 mL por animal) e, após 30 dias, albendazole (1 mL para cada 33 kg de peso vivo). Durante o experimento os animais receberam vacina para febre aftosa seguindo o calendário nacional de vacinação (novembro/2010).

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, sendo a primeira refeição realizada às 07:00 horas e a segunda refeição realizada às 16:30 horas. Desta forma, 50% da dieta foi ofertada no período da manhã e 50% no período da tarde. No intuito de obter manejo de cocho semelhante ao realizado em confinamentos comerciais, optou-se por não retirar as sobras diárias. Assim, a retirada das sobras foi feita duas vezes por semana, ou quando havia necessidade devido à ocorrência de chuvas. A quantidade de alimento fornecido diariamente era realizada por meio de escore de cocho com adaptações segundo Pritchard (1998), de forma a manter escore  $\frac{1}{2}$  para permitir consumo *ad libitum* aos animais (Tabela 2.1).

O período de adaptação foi de 21 dias. A ração fornecida aos primeiros seis dias continha 40,00% de silagem de cana-de-açúcar e 22,17% de milho. Do sétimo ao décimo segundo dia de confinamento a ração continha 30,11% de silagem de cana-de-açúcar e 40,57% de milho. Nestes primeiros 12 dias de confinamento a diferença entre os tratamentos foi somente o método de processamento do grão de milho (Tabela 2.2). Nos últimos nove dias da adaptação se fez avanço gradual para as dietas mais energéticas dos tratamentos a cada três dias, sendo que o avanço somente era feito para os animais referentes aos tratamentos com menores inclusões de FDNf. Desta forma, ao vigésimo segundo dia de confinamento, cada animal recebeu o seu respectivo tratamento. Os animais permaneceram em confinamento durante 81 dias, sendo 21 dias de adaptação somados aos 60 dias de tratamento.

Tabela 2.1 – Sistema de escore para cochos

Escore	Descrição do Cocho
-1	Totalmente vazio, “lambido”.
0	Sem alimento remanescente no cocho.
½	Presença esparsa de comida no cocho. A maior parte do fundo do cocho encontra-se exposta.
1	Camada fina e uniforme de alimento no fundo do cocho. Profundidade característica equivalente a um grão.
2	25 a 50% do alimento prévio remanescente.
3	Superfície do alimento completamente revolvida. Mais de 50% do alimento remanescente.
4	Alimento praticamente intocado. Superfície do alimento continua visível.

Fonte: adaptado de Pritchard (1998)

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências estimadas pelo NRC (1996), permitindo atender as exigências de proteína degradável, proteína metabolizável, macrominerais e microminerais (Tabela 2.3). O núcleo mineral apresentava a inclusão do ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg na MS (Tabela 2.4).

Tabela 2.2 – Composição das dietas experimentais destinadas à fase de adaptação

Ingrediente	Dietas de adaptação <sup>†</sup>				
	% na MS				
	1-6 dias	7-12 dias	13-15 dias	16-18 dias	19-21 dias
Silagem de cana-de-açúcar	40,00	30,11	27,83	20,10	12,37
Milho*	22,17	40,57	55,20	63,28	71,71
Casca de soja	15,55	10,00	-	-	-
Caroço de algodão	12,00	10,77	8,00	8,00	8,00
Farelo de soja	7,50	5,30	5,22	4,55	3,80
Uréia	0,70	1,00	1,30	1,30	1,30
Núcleo <sup>1</sup>	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Calcário	1,25	1,43	1,60	1,66	1,73
Fosfato bicálcico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de sódio	0,21	0,20	0,07	0,18	-
Cloreto de potássio	-	-	0,16	0,31	0,47

\* milho grão úmido ensilado ou milho grão seco moído fino foram fornecidos aos animais desde o início do período de adaptação; <sup>1</sup> Núcleo mineral contendo o ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg de MS; <sup>†</sup> a partir do décimo terceiro dia, o avanço gradual para as dietas mais energéticas dos tratamentos somente foi realizado para os animais referentes aos tratamentos com menores inclusões de FDNf.

Tabela 2.3 – Composição das dietas experimentais por tratamento

Ingredientes	Milho grão úmido ensilado				Milho grão seco moído fino			
	3%	8%	13%	18%	3%	8%	13%	18%
	FDNf, % na MS							
Silagem de cana-de-açúcar	4,64	12,37	20,10	27,83	4,64	12,37	20,10	27,83
Milho*	79,83	71,71	63,28	55,20	79,83	71,71	63,28	55,20
Caroço de algodão	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Farelo de soja	3,20	3,80	4,55	5,22	3,20	3,80	4,55	5,22
Uréia	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Núcleo <sup>1</sup>	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Calcário	1,79	1,73	1,66	1,60	1,79	1,73	1,66	1,60
Fosfato bicálcico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de sódio	-	-	0,18	0,07	-	-	0,18	0,07
Cloreto de potássio	0,62	0,47	0,31	0,16	0,62	0,47	0,31	0,16
Nutrientes digestíveis totais estimado, % <sup>□</sup>	85,95	83,21	79,67	77,17	84,96	81,46	79,55	76,45
Proteína bruta, %MS	12,94	13,01	13,24	13,01	13,07	13,76	13,45	12,89
Extrato etéreo, %MS	4,98	4,51	4,21	3,79	4,68	3,78	3,46	3,44
Fibra insolúvel em detergente neutro, %MS	17,41	20,40	24,24	29,54	20,13	24,91	28,52	31,99
Fibra insolúvel em detergente ácido, %MS	7,44	9,94	12,58	17,97	8,15	9,04	12,28	16,06
Lignina, %MS	0,55	0,96	1,59	2,08	0,41	0,83	1,03	1,87
Cinzas, %MS	4,09	4,49	5,09	5,02	5,16	5,43	4,89	4,81

\* milho grão úmido ensilado ou milho grão seco moído fino foram fornecidos aos animais durante todo o período experimental; <sup>1</sup> Núcleo mineral contendo o ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg de MS por animal por dia; <sup>□</sup> estimado de acordo com WEISS; CONRAD; ST PIERRE (1992).

Tabela 2.4 – Composição do núcleo mineral

Elementos	Níveis de garantia por kg de produto
Cálcio, g	45,4
Enxofre, g	73,4
Fósforo, g	34,9
Magnésio, g	30,9
Sódio, g	213,1
Cobalto, mg	82,0
Cobre, mg	1.871
Ferro, mg	1.000
Iodo, mg	130
Manganês, mg	3.670
Selênio, mg	26
Zinco, mg	5.564
Salinomicina, mg	2.533
Vitamina A, UI	290.000

Foram coletadas semanalmente amostras de todos os ingredientes utilizados nas rações experimentais para a composição química dos mesmos. A silagem de cana-de-açúcar foi coletada principalmente para determinação do teor de matéria seca (MS) e FDN. O milho grão úmido ensilado e milho grão seco moído fino também foram coletados para determinação do teor de MS. O valor de FDN para o milho grão úmido ensilado foi inferior ao milho seco moído fino (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 – Composição química da silagem de cana-de-açúcar (SC), milho grão úmido ensilado (GU) e milho grão seco moído fino (MM) utilizados no experimento

Composição química, % MS	SC	GU	MM
Matéria seca	25,04	60,12	87,30
Proteína bruta	4,18	7,60	9,48
Extrato etéreo	1,46	4,58	3,31
Fibra insolúvel em detergente neutro	64,01	8,40	12,95
Fibra insolúvel em detergente ácido	43,58	3,43	3,91
Lignina	7,39	1,69	1,03
Cinzas	3,31	0,86	1,46

A mistura dos ingredientes concentrados foi realizada semanalmente na fábrica de ração pertencente à FZEA/USP, com exceção do ingrediente grão úmido de milho ensilado, em função do seu alto teor de umidade (39,88%) e do caroço de algodão. A mistura da silagem de cana-de-açúcar com os ingredientes

concentrados foi realizada diariamente utilizando a misturadora de ração Unimix 1200 da empresa Casale. Após a mistura dos ingredientes de cada dieta, esta era pesada em sacos individuais em função do consumo exigido para cada animal, conforme mencionado anteriormente.

### **2.2.5 Colheita de dados e amostragens nos períodos de avaliação**

Os animais foram pesados sem jejum no início do período de avaliação totalizando cinco pesagens no decorrer do experimento. Foi aferida a altura de cernelha e anca ao início do experimento. Durante a terceira e a quarta pesagem, 46º e 74º dia de confinamento, respectivamente, foram coletadas amostras de fezes diretamente da ampola retal dos animais.

Após o término do período experimental (81 dias) os animais foram abatidos em frigorífico comercial, localizado no município de Sertãozinho, São Paulo. Antes do embarque os animais foram pesados para permitir posteriores determinações de ganho de peso e rendimento de carcaça. Durante o abate, as gorduras renal, pélvica e inguinal foram obtidas das meias-carcaças e os dados de peso de carcaça quente foram obtidos pela soma das duas meias-carcaça de cada animal. Os dados de peso de carcaça fria foram estimados considerando perdas por resfriamento de 1,5%.

Os fígados dos animais foram pesados e avaliados em função da ocorrência e tamanho dos abscessos hepáticos (BROWN et al., 1975). Em função da presença de abscessos hepáticos, também foi calculada a porcentagem de ocorrência por tratamento. O peso do rúmen também foi obtido após a retirada de todo conteúdo ruminal e o mesmo recebeu um escore em função da área ruminal total lesionada, variando de 0 a 10, sendo considerado zero rúmens com ausência de ruminite (BIGHAM; McMANUS, 1975).

Vinte e quatro horas após o abate, a meia-carcaça esquerda de 56 animais escolhidas ao acaso foram seccionadas na região entre a 12ª e 13ª costelas para a avaliação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS). Para determinação dessas características foram obtidas imagens digitais da

superfície do músculo de cada amostra que foi posteriormente avaliada utilizando o *software* Lince<sup>®</sup>.

### 2.2.6 Análises bromatológicas

As amostras compostas das rações totais, sobras e ingredientes foram secas em estufa a 55°C e moídas em moinho tipo Wiley utilizando peneira de 1 mm de porosidade. Em seguida foram armazenadas em sacos plásticos para futuras determinações bromatológicas. As análises convencionais realizadas foram MS, cinzas e extrato etéreo (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC, 1995). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido mediante combustão das amostras utilizando-se o analisador de nitrogênio Leco<sup>®</sup> (FP-528, Leco Corp.), desta forma para a obtenção do teor de PB, o valor de nitrogênio total foi multiplicado por 6,25.

Para os teores da fração FDN, fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinadas com o auxílio do analisador de fibras Ankom<sup>®</sup> (Ankom Technology Corp.) de acordo com método proposto por Van Soest; Robertson; Lewis (1991). Na determinação da fração FDN foram incluídos o sulfito de sódio e a amilase termoestável (Termamyl 120 L) e na determinação de lignina foi utilizada solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%. Os valores de nitrogênio ligado à fração FDN (NFDN) e nitrogênio ligado à fração FDA (NFDA) foram determinados segundo Licitra; Hernandez; Van Soest (1996). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela equação proposta por Weiss; Conrad; St Pierre (1992). O teor de amido das dietas e sobras foi determinado segundo Knudsen (1997).

Para a descrição física do grão de milho, o diâmetro geométrico médio do milho processado foi avaliado (YU et al., 1998) apresentado 5,84 mm para o milho grão úmido ensilado e 1,30 mm para o milho seco moído fino. Para o tamanho de partícula das dietas e da silagem de cana-de-açúcar utilizou-se o método *Penn State Particle Size Separator* (LAMMERS; BUCKMASTER; HEINRICH, 1996) adaptado por Mari (2003) (Tabela 2.6). Para a caracterização do milho, o teor de vitreosidade foi avaliado por dissecação dos grãos (DOMBRINK-KURTZMAN; BIETZ, 1993) obtendo-se 77,23% de vitreosidade.

As amostras de fezes também foram secas em estufa a 55°C e moídas em moinho tipo Wiley utilizando peneira de 1 mm de porosidade, sendo armazenadas em sacos plásticos para futuras determinações bromatológicas. Foi realizada a análise para MS (AOAC, 1995) e o teor de amido fecal foi estimado por espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo NIRSystem 5000 (Foss NIRSystems Inc., Silver Spring, MD, USA) utilizando a equação desenvolvida por Caetano (2008). O pH fecal foi aferido seguindo a metodologia sugerida por Haaland et al. (1982) adaptada por Channon; Rowe; Herd (2004).

Tabela 2.6 – Descrição do tamanho médio de partícula da silagem de cana-de-açúcar e das dietas

	Milho grão úmido ensilado				Milho seco moído fino			
	FDNf, % na MS				FDNf, % na MS			
TMP, cm	3	8	13	18	3	8	13	18
SC	1,08							
Dieta	0,85	0,89	0,91	0,90	0,76	0,75	0,76	0,78

TMP = tamanho médio de partícula; SC = silagem de cana-de-açúcar; FDNf = fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem.

### 2.2.7 Variáveis estimadas

Ganho de peso, kg/dia: foi determinado por meio de regressão linear do peso vivo sem a realização prévia de jejum de acordo com Ferreiro e Preston (1976), onde o ganho de peso foi representado pelo coeficiente linear da equação. Desta forma, esta metodologia foi adotada para diminuir a variação ocasionada pelo enchimento do trato gastrintestinal já que as pesagens dos animais durante todo o experimento foram realizadas sem jejum.

Peso vivo em jejum, kg: foi calculado multiplicando-se o peso vivo (PV) por 0,96, considerando que o enchimento do trato gastrintestinal corresponde a 4% do peso vivo (NRC, 1996).

Eficiência alimentar, kg/kg: foi determinada pela divisão do ganho de peso pelo CMS.

Consumo de amido, kg/dia: foi estimado o consumo de amido para cada animal por meio da subtração entre a quantidade de amido fornecido em cada tratamento

experimental e a quantidade de amido presente na sobra de cada animal, respectivamente.

Consumo de energia metabolizável, Mcal/kg: foi estimado o consumo de NDT (WEISS; CONRAD; ST PIERRE, 1992) e calculado o consumo de energia digestível e, posteriormente, o consumo de energia metabolizável (NRC, 1996).

Energia líquida para manutenção e para o ganho proveniente da dieta, Mcal/kg: primeiramente foram calculadas as exigências para manutenção do animal (LOFGREEN; GARRET, 1968) e as exigências para ganho do animal (NRC, 1984). Posteriormente, utilizaram-se as exigências (manutenção e ganho) para estimar a energia líquida de manutenção e para o ganho proveniente da dieta (ZINN; SHEN, 1998).

Eficiência de utilização da energia metabolizável, g PV/Mcal de energia metabolizável ingerida: foi calculada dividindo-se o ganho de peso pelo consumo de energia metabolizável (CEM), de forma a estimar o ganho de peso vivo por megacaloria de energia metabolizável (EM) ingerida.

Rendimento de carcaça: foi calculado dividindo-se o peso da carcaça quente pelo peso vivo em jejum do animal estimado, conforme descrito anteriormente.

Rendimento de carcaça no ganho: foi estimada pela divisão do valor obtido da subtração do peso da carcaça ao início e ao final do experimento pelo valor obtido da subtração do PV em jejum ao início e ao final do experimento. Para estimar o peso de carcaça inicial, o rendimento de carcaça inicial adotado foi de 50% em função da composição corporal dos animais.

Ganho de peso de carcaça, kg/dia: foi estimado pela subtração do peso de carcaça inicial pelo peso da carcaça quente e, posteriormente, dividido pelo número de dias de confinamento. Para estimar o peso de carcaça inicial, o rendimento de carcaça inicial adotado foi de 50% em função da composição corporal dos animais.

Eficiência alimentar de carcaça, kg/kg: foi determinada pela divisão do ganho de peso de carcaça pelo CMS.

Energia líquida para manutenção e para o ganho proveniente do milho, Mcal/dia: foram estimadas segundo as equações desenvolvidas por Zinn; Owens; Ware (2002).

Densidade fecal, g/mL: foi calculada em função do peso obtido pela massa fecal ao ocupar um volume conhecido.

## 2.2.8 Análise estatística

Os dados de desempenho, características de carcaça e parâmetros fecais foram analisados utilizando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Considerou-se o método de processamento do milho e o teor de FDNf como efeitos fixos no modelo e o animal como unidade experimental. O bloco e o resíduo foram considerados como efeito aleatório. Foi incluído no delineamento estatístico o método de processamento do milho, teor de FDNf da dieta e a interação entre os mesmos. As médias dos tratamentos foram determinadas utilizando LSMEANS. Para as análises de correlação entre teor de amido fecal e parâmetros fecais (pH, MS e densidade fecal) utilizou-se o procedimento CORR (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Testes para os efeitos fixos com valores de probabilidade inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

## 2.3 Resultados e Discussão

### 2.3.1 Desempenho animal

Não houve interação significativa entre processamento (PRC) e teor de FDNf ( $P=0,47$ ), bem como, diferença de PRC ( $P=0,64$ ) e de teor de FDNf ( $P=0,77$ ) para o peso vivo inicial (Tabela 2.7) o que demonstra a homogeneidade dos animais pertencentes a cada tratamento testado. Para as variáveis altura de cernelha e altura de anca dos animais, não foram observadas interações entre PRC e teor de FDNf ( $P=0,72$  e  $P=0,28$ , respectivamente). Também não foi observada diferença de PRC ( $P=0,20$  e  $P=0,18$ , respectivamente) e teor de FDNf ( $P=0,79$  e  $P=0,98$ , respectivamente) para as variáveis altura de cernelha e altura de anca, confirmando novamente a homogeneidade dos lotes para cada tratamento.

Os valores médios de cada tratamento e os valores de probabilidade da análise estatística realizada para as variáveis: peso vivo inicial (kg); peso vivo final (kg); ganho de peso (kg/dia) durante o período de tratamento (dia 22 ao 81) e período total de confinamento (dia 0 a 81); consumo de matéria seca (kg/dia) durante o período de tratamento (dia 22 ao 81) e período total de confinamento (dia 0 a 81); eficiência alimentar (kg/kg) durante o período de tratamento (dia 22 ao 81) e período total de confinamento (dia 0 a 81); consumo de amido (kg MS/dia); CEM

(Mcal/kg de MS); energia líquida para manutenção (Mcal/kg de MS); energia líquida para o ganho (Mcal/kg de MS) e eficiência de utilização da energia metabolizável (g PV/kg de EM ingerida) estão apresentados na Tabela 2.7.

Não houve interação entre PRC e teor de FDNf para o peso vivo final ( $P=0,31$ ). Também não foi observada diferença de PRC do grão de milho para o peso vivo final ( $P=0,52$ ). Entretanto, foi observado efeito quadrático do teor de FDNf ( $P<0,01$ ) para o peso vivo final (PVf), sendo que o maior peso ocorreu com inclusões de 13,3% de FDNf (Figura 2.1).

Parsons et al. (2007) observaram efeito linear de inclusão de forragem na dieta para PVf ( $P=0,04$ ) e consumo de MS ( $P<0,01$ ) ao avaliar inclusões de 0, 4,5 e 9% de feno de alfafa. Resultados encontrados por Parsons et al. (2007) estão em conformidade com os valores encontrados no presente estudo, uma vez que os autores não avaliaram altas inclusões de forragem em dietas de terminação, apresentando, por este motivo, comportamento linear.

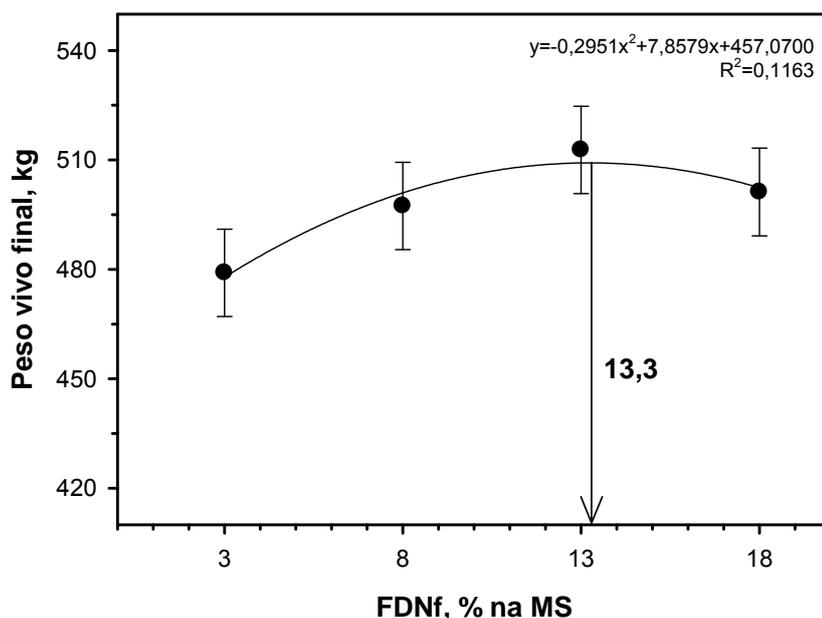


Figura 2.1 – Efeito quadrático de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) para peso vivo final ( $P<0,01$ )

Ao avaliar o ganho de peso para o período de tratamento (P60d), bem como o ganho de peso durante todo o período experimental (P81d) não se observou interação entre PRC e teor de FDNf ( $P=0,90$  e  $P=0,73$ , respectivamente). Também não houve diferença de PRC para P60d e P81d ( $P=0,69$  e  $P=0,65$ , respectivamente). Contudo, houve efeito quadrático de FDNf tanto para o P60d

( $P=0,02$ ) quanto para o P81d de confinamento ( $P=0,01$ ). Desta forma, o melhor ganho de peso foi obtido com inclusões de 12,1 e 13,0% de FDNf para o P60d e P81d, respectivamente (Figura 2.2).

Bartle, Preston e Miller (1994) que ao utilizarem inclusões de 10, 20 e 30% de casca de algodão observaram tendência para menor PV final ( $P<0,09$ ) para animais alimentados com 30% de casca de algodão (550, 550 e 541 kg, respectivamente). Estes autores também verificaram que o ganho de peso tende a diminuir com a inclusão de casca de algodão ( $P<0,05$ ). O maior decréscimo ocorreu com inclusões de 20 a 30%, quando comparado com inclusões entre 10 e 20% de casca de algodão na dieta. Apesar da casca de algodão ser considerada fonte de fibra não forragem, se o teor de FDN da casca de algodão for considerado igual a 85%, por exemplo, Bartle, Preston e Miller (1994) demonstram que inclusões entre 17 a 25,5% de FDN desta fonte compromete o ganho de peso dos animais, concordando com os dados obtidos no presente estudo. Entretanto Leme et al. (2003) utilizando milho grão seco moído em dietas de terminação para bovinos Nelore e inclusões de 15, 21 e 27% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da dieta total, não observaram diferenças no PV final, ganho de peso e na eficiência alimentar. Provavelmente isso ocorreu porque os animais que apresentavam ganho numericamente superior (1,51, 1,49 e 1,38 kg/dia, respectivamente) para os tratamentos 15, 21 e 27%, consumiram mais MS (8,3, 7,9 e 7,5 kg/dia, respectivamente;  $P<0,05$ ), apresentando eficiências alimentares semelhantes.

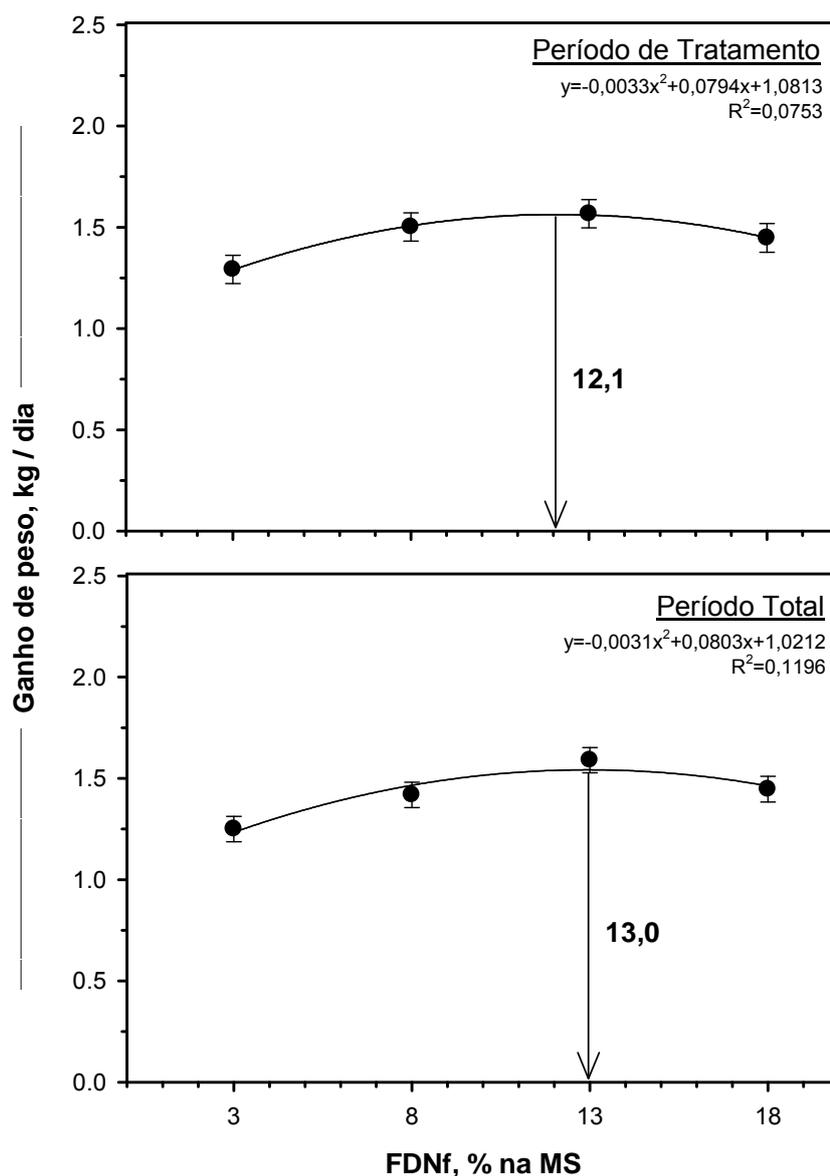


Figura 2.2 – Efeito quadrático de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) para ganho de peso durante os períodos de tratamento ( $P=0,02$ ) e período total de confinamento ( $P=0,01$ )

Ao se avaliar o consumo de MS dos animais no presente estudo, observou-se interação entre PRC e teor de FDNf durante os P61d ( $P=0,05$ ) e P81d ( $P=0,05$ ; Figura 2.3). Portanto, o teor de FDNf exigido para maximizar o consumo de MS depende do método de processamento utilizado. Animais alimentados com milho grão úmido ensilado e milho grão seco moído fino apresentaram os maiores consumos de MS durante o P60d com inclusões de 13,9 vs. 11,3% de FDNf, respectivamente. Durante o P81d os maiores consumos de MS foram obtidos com

inclusões de 13,7 e 11,3% de FDNf, respectivamente. Estes resultados são bastante semelhantes em ambos os períodos avaliados.

O teor de FDNf para se maximizar o consumo de MS para o grão de milho úmido ensilado é maior quando comparado com o milho seco moído fino. Mesmo não tendo conduzido um experimento de degradabilidade *in situ*, estes resultados estão de acordo com a literatura, a qual demonstra que o grão úmido ensilado apresenta maior digestibilidade ruminal (GALYEAN, 1996; HUNTINGTON, 1997; COOPER et al., 2002) em função da menor influência das matrizes protéicas presentes no endosperma, pois estas não se encontram completamente consolidadas (HALE, 1973). Ao utilizar grão úmido ensilado, espera-se um aumento na digestibilidade do amido e de outros nutrientes no rúmen, porém se exige maior inclusão de forragem na dieta, de forma a promover melhor ambiente ruminal, melhorando o padrão de fermentação e melhorando conseqüentemente o desempenho e/ou eficiência alimentar dos animais (GILL et al., 1981).

Tonroy, Perry e Beeson (1974) ao estudarem o efeito do processamento de grãos de milho sobre o desempenho de bovinos em confinamento constataram que para o mesmo ganho de peso, a ingestão diária total de MS e a ingestão de grãos de milho também foi menor para os animais que recebiam silagem de grãos úmidos em relação ao milho seco inteiro ou laminado. Gill et al. (1981), trabalhando com 33% de feno de alfafa e 67% de silagem de milho a inclusões de 8, 12, 16, 20 e 24% na MS com diferentes processamentos do milho (milho grão úmido ensilado, floculado e suas misturas), observaram que o teor de forragem foi dependente do método de processamento utilizado. Estes autores verificaram que a melhor eficiência e ganho de peso foram obtidas com inclusões de 8, 12 e 16% de forragem ao utilizar milho floculado, mistura de milho floculado e milho grão úmido ensilado (relação 50:50) milho grão úmido ensilado, respectivamente. Ao considerar o teor de FDN da silagem de milho de 53,2% e do feno de alfafa de 47,6%, o teor de FDNf indicado seria de 4,11% de FDNf para milho floculado, 6,16% de FDNf para a mistura de milho floculado com milho grão úmido ensilado e de 8,22% FDNf para o grão úmido ensilado. Estes autores também sugerem inclusões maiores de FDNf quando se utiliza milho grão úmido ensilado na dieta de terminação. Entretanto, os valores de FDNf que proporcionaram melhor desempenho são inferiores aos encontrados em nosso trabalho, em função dos animais utilizados por estes autores serem da raça Angus, Hereford, cruzamento Angus x Hereford e cruzamentos

exóticos. Goulart e Nussio (2011) sugerem utilizar teores de FDNf entre 10 a 18% na matéria seca da ração total no intuito de maximizar a eficiência alimentar de bovinos Nelore em confinamentos brasileiros. As recomendações norte-americanas de adição de FDNf em dietas de confinamento são muito inferiores às que maximizaram o consumo e o ganho de peso no presente trabalho, utilizando cana-de-açúcar como fonte de volumoso e animais Nelore.

Silva et al. (2007) ao avaliar métodos de processamento de milho e dois níveis de inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos no desempenho de bovinos Nelore, observaram que animais alimentados com grão de milho úmido ensilado apresentaram menor ingestão de MS ( $P < 0,01$ ) e melhor eficiência alimentar ( $P < 0,05$ ) em relação aos animais alimentados com milho grão seco moído. Contudo estes autores não observaram diferença entre os processamentos utilizados quanto ao ganho de peso ( $P > 0,85$ ).

Alguns trabalhos sugerem que, em dietas com níveis muito baixos de fibra, os animais podem apresentar consumo de MS e ganho de peso menores do que em dietas com cerca de 6% de FDN proveniente da forragem (ALVAREZ et al., 2004; ZINN; CORONA; WARE, 2004 ), concordando com os resultados obtidos no presente estudo. Entretanto, grande parte dos trabalhos avaliando inclusões de fibra em dietas de terminação demonstraram que conforme aumenta o nível de forragem ocorre aumento no consumo de MS (GILL et al., 1979; KREIKEMEIER et al., 1990; PARSONS et al., 2007; BENTON et al., 2007; MacDONALD et al., 2011). Contudo vale ressaltar que geralmente estes trabalhos incluem baixas quantidades de feno de alfafa, ou silagem de milho.

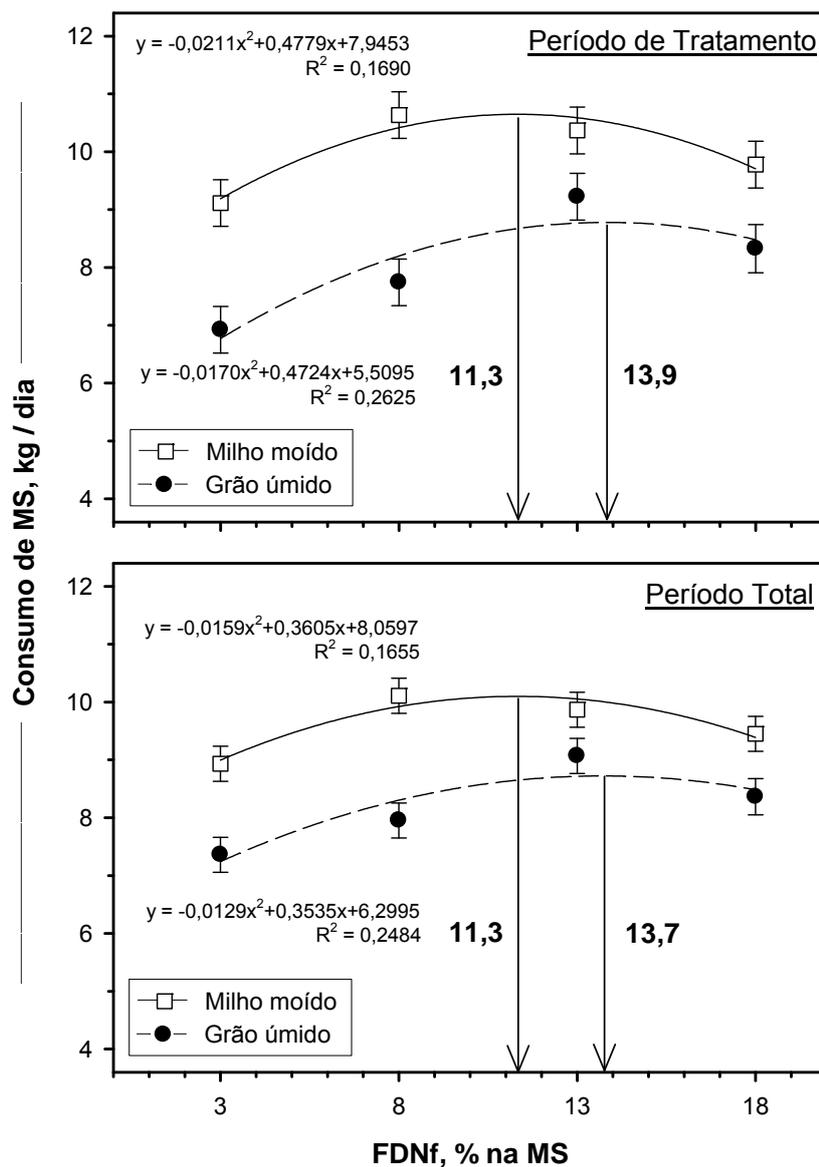


Figura 2.3 – Interação entre processamento e fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) durante o período de tratamento ( $P=0,05$ ) e total ( $P=0,05$ ) de confinamento para consumo de matéria seca

Benton et al. (2007) ao trabalhar com dietas contendo misturas de milho laminado e grão úmido ensilado e diferentes forragens (caule de milho, silagem de milho e feno de alfafa) com inclusões 0, 4 e 8% na MS, com base no equivalente FDN do feno de alfafa, observaram que com o aumento da inclusão de forragem na dieta, houve um aumento do consumo de MS e do ganho de peso dos animais. O aumento do consumo de MS ocorreu devido ao efeito de diluição de energia pelo aumento da forragem. Hales et al. (2010) avaliando a densidade dos flocos do milho

floculado e inclusões de 6 e 10% de feno de alfafa na dieta, também observaram que o consumo de MS foi maior para animais alimentados com 10% de feno de alfafa aos primeiros 70 dias ( $P=0,05$ ) de confinamento, mas não no período total.

Nuñez (2008) ao avaliar o nível de inclusão de 9 e 27% de silagem de milho para novilhos Nelore em terminação, observou menores valores de consumo de MS, consumo de energia metabolizável e ganho de peso para animais alimentados com maior inclusão de volumoso. Este menor consumo de MS pelos animais que receberam dietas com maior inclusão de fibra pode ser justificado pelo efeito da limitação física no rúmen denominado de enchimento ruminal, relacionado com o maior teor de FDNf na dieta. Ao se considerar o teor de FDN da silagem de milho igual a 54%, pode-se dizer que Nuñez (2008) observou redução no CMS de animais recebendo dietas com inclusões de 14,6% de FDNf. Desta forma, os resultados obtidos por este autor também suportam os dados obtidos no presente trabalho, ou seja, inclusões inferiores ou superiores a 11,3% de FDNf na dieta de bovinos Nelore em terminação ocasionam redução no consumo de MS ao utilizar milho grão seco moído fino.

Ao se avaliar a eficiência alimentar, no presente estudo, não houve interação entre PRC e teor de FDNf para o P60d ( $P=0,07$ ) e para o P81d ( $P=0,25$ ). Também não houve diferença do teor de FDNf para ambos os períodos avaliados ( $P=0,77$  e  $P=0,38$  para P60d e P81d, respectivamente). Portanto, o teor de FDNf entre 3 e 18% de FDNf não altera a eficiência alimentar de bovinos Nelore. Kreikemeier et al. (1990) ao estudarem a inclusão de forragem em diferentes teores na MS da ração total (0, 5, 10 e 15%) observaram que inclusões superiores a 10% de forragem promoveram diminuição na eficiência alimentar. Entretanto a fonte de grão (trigo laminado a vapor) e o grupamento racial (cruzados de raças européias) dos animais utilizados por Kreikemeier et al. (1990) são diferentes do presente estudo.

Matson (1928, apud MOORE; ESSIG; SMITHSON, 1975) sugere que como zebuínos evoluíram em áreas de forragem de baixa qualidade, estes desenvolveram a capacidade de obter mais nutrientes nesta condição. Desta forma, Moore, Essig e Smithson (1975), avaliando dietas de alta, média ou baixa energia (teor estimado de 3086, 2755 e 2425 kcal/kg de energia digestível) verificaram que a digestibilidade da MS observada por coleta total não diferiu para animais zebu (63,47%, 63,86% e 61,71%, respectivamente). Já para os grupamentos genéticos *Bos taurus*, a digestibilidade observada aumentava. Por exemplo, para a raça Hereford as

digestibilidades destas mesmas dietas em condições iguais foram 71,05%, 66,59% e 54,04%. Desta forma, o zebuíno, em relação ao Hereford, apresentou digestibilidade observada maior na dieta de baixa qualidade e digestibilidade observada inferior na dieta de alta qualidade.

Em concordância com os resultados do presente estudo, Bulle et al. (2002) também não encontraram diferença ( $P>0,05$ ) na eficiência alimentar dos animais em função das inclusões de 9, 15 e 21% de bagaço nas dietas de terminação. Nuñez (2008) também não observou efeito da inclusão de forragem para a eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore ( $P=0,08$ ) uma vez que os animais que ganharam mais peso também ingeriram maior quantidade de MS.

No presente estudo, todavia, houve efeito de PRC para eficiência alimentar durante o P60d ( $P<0,001$ ) e P81d ( $P<0,001$ ) (Figura 2.4). A eficiência alimentar média durante o P60d para animais recebendo grão de milho úmido ensilado foi superior ao milho seco moído fino (0,179 vs. 0,147 kg/kg), sendo 21,8% superior. Da mesma forma, ao se avaliar o P81d a eficiência alimentar para animais contendo milho grão úmido ensilado na dieta foi 13,9% superior ao milho seco moído fino (0,172 vs. 0,151 kg/kg). Estes resultados estão de acordo com vários trabalhos da literatura, nos quais os autores relatam melhora na eficiência alimentar dos animais ao se utilizar grão de milho úmido ensilado em dietas de terminação (HENRIQUE et al., 2007; SILVA et al., 2007; CARARETO et al., 2011), porém os valores observados quanto a eficiência alimentar são distintos.

Henrique et al. (2007) trabalhando com dietas de alto grão observaram melhora de 9,7% na eficiência alimentar de bovinos contendo dietas com milho grão úmido ensilado em relação ao milho moído ( $P<0,01$ ). Silva et al. (2007) verificaram que animais tratados com milho grão úmido ensilado foram 27,7% mais eficientes em relação ao milho seco moído ( $P<0,05$ ) ao utilizarem dietas contendo 40% de inclusão de silagem de milho. Entretanto, Carareto et al. (2011) ao avaliarem o processamento do milho de textura dura não observaram melhora na eficiência alimentar entre milho grão úmido ensilado e milho moído fino. Provavelmente isso pode ter ocorrido em função do atraso na colheita dos grãos para confecção da silagem, comprometendo a qualidade do milho grão úmido ensilado. Porém, estes autores verificaram melhora de 19,4% na eficiência alimentar de bovinos tratados com grão úmido ensilado em relação ao milho laminado ( $P<0,05$ ).

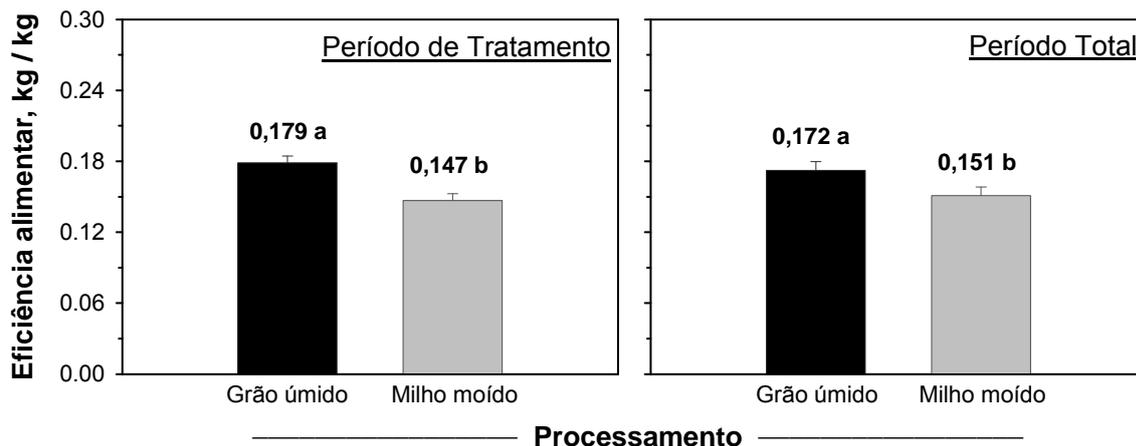


Figura 2.4 – Diferença de processamento para a eficiência alimentar durante os períodos de tratamento ( $P < 0,001$ ) e total ( $P < 0,001$ )

Para o consumo de amido (kg/dia) durante o P60d, houve interação entre PRC e FDNf ( $P < 0,001$ ). A menor ingestão de amido por animais alimentados com grão úmido ensilado é justificada pelo menor consumo de MS por estes animais. Isso provavelmente ocorre em função da maior digestibilidade do milho grão úmido ensilado em relação ao milho grão seco moído fino, promovendo a saciedade energética dos animais (VAN SOEST, 1994). Desta forma, apesar destes animais tratados com milho grão úmido ensilado apresentarem consumo médio de amido inferior ao milho grão seco moído (3,86 vs. 4,39 kg/dia), observa-se que foram mais eficientes (Figura 2.4).

Não houve interação entre PRC e teor de FDNf ( $P = 0,21$ ) para consumo de energia metabolizável (CEM), mas houve diferença de PRC ( $P < 0,001$ ). O menor CEM foi observado para os animais recebendo grão úmido ensilado em relação aos animais recebendo milho moído, com redução de 17,85% (23,75 e 28,91 Mcal/kg de MS, respectivamente). Houve também efeito quadrático de FDNf para o CEM ( $P < 0,01$ ), sendo o CEM maximizado com inclusões de 11,0% de FDNf (Figura 2.5). O menor CEM (17,85%) para dietas contendo milho grão úmido ensilado pode ser justificado em função do menor consumo de MS por estes animais, sendo o consumo de MS 19,3% inferior em relação ao milho grão seco moído fino. Esses resultados também podem ser justificados, ao se observar que houve interação (PRC x FDNf) para as variáveis energia líquida para manutenção (ELm) e energia líquida para o ganho (ELg) das dietas ( $P = 0,01$ ), sendo que os maiores valores são observados para animais recebendo grão úmido ensilado.

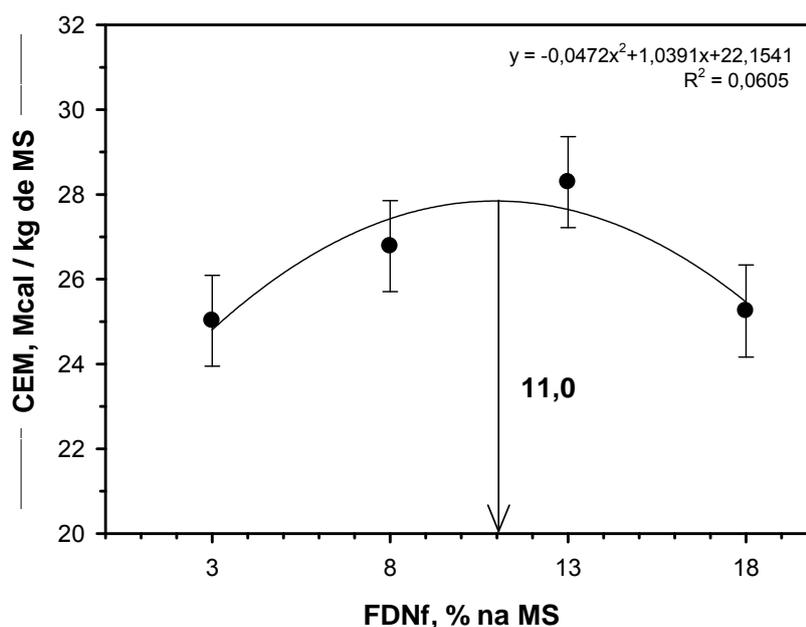


Figura 2.5 – Efeito quadrático de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf) para consumo de energia metabolizável (CEM;  $P < 0,01$ )

Analisando os valores de ELM e ELg para o grão de milho seco e ensilado úmido sugeridos pelo NRC (1996), observa-se que o efeito da ensilagem do milho grão úmido em milho de textura semidura no presente estudo é maior do que o previsto pelo NRC. O valor de ELM e ELg para o grão de milho úmido ensilado segundo o NRC é de 2,33 e 1,62 Mcal/kg MS respectivamente. Para o milho seco moído o NRC apresenta valores de ELM e ELg de 2,18 e 1,50 Mcal/kg respectivamente. No presente estudo, foi observado valores médios para ELM e ELg provenientes das dietas de 2,20 e 1,52 Mcal/kg MS respectivamente com milho grão úmido e 1,84 e 1,21 Mcal/kg MS respectivamente com milho seco moído. O valor obtido para ELM das dietas contendo milho grão úmido foi 19,6% superior ao milho moído. Ao se observar a ELg das dietas com milho grão úmidos, estas foram 25,6% superiores ao milho moído. Segundo o NRC (1996) a melhora da ELM e ELg entre os grãos de milho grão úmido e moído deveriam ser na ordem de 6,9 e 8,0% respectivamente. Esta maior diferença nos resultados observados para a ELM e ELg de dietas contendo milho grão úmido ensilado provavelmente ocorreu em função do milho utilizado ser de textura semidura.

Observa-se que animais alimentados com milho grão seco moído fino não tiveram diferença quanto a inclusão de FDNf para ELM e ELg. Entretanto, ao se

verificar a ELM e ELg para o milho grão úmido ensilado, nota-se que os maiores valores são oriundos das dietas contendo maior quantidade de milho (GU3 e GU8).

Kreikemeier et al. (1990) apesar de verificarem tendência de efeito quadrático de forragem para a ELM ( $P=0,08$ ) e ELg ( $P=0,11$ ), observaram que os melhores valores de ELM e ELg ocorreram com inclusões entre 5 e 10% de feno de alfafa ao trabalharem com trigo laminado a vapor. Parsons et al. (2007) observaram que com o decréscimo de feno de alfafa em dietas contendo 40% de glúten úmido de milho e milho floculado, houve aumento linear da ELM e ELg ( $P<0,01$ ). May et al. (2011) ao avaliarem 3 inclusões de feno de alfafa (7,5, 10 e 12,5% na MS) em dietas contendo milho floculado, encontraram que a ELM e ELg aumentaram com a diminuição de forragem na dieta total ( $P<0,01$ ). Estes dados concordam com os resultados obtidos no presente estudo uma vez que os autores não utilizaram altos níveis de forragem.

Ao se avaliar a eficiência de utilização da energia metabolizável (EEM), não houve interação entre PRC e FDNf ( $P=0,45$ ) e efeito do teor de FDNf ( $P=0,39$ ). Entretanto, ao se avaliar o efeito de processamento para EEM, houve diferença ( $P<0,001$ ), sendo que os animais alimentados com grão úmido ensilado foram 17,9% mais eficientes quanto à utilização da EM em relação ao milho seco moído (60,40 e 51,23 g PV/kg EM ingerida, respectivamente). Estes valores estão de acordo com os resultados apresentados anteriormente, os quais demonstram a superioridade do milho grão úmido ensilado ao milho seco moído em fornecer energia ao animal.

Tabela 2.7 – Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PRC), teor de fibra insolúvel em detergente neutro de forragem (FDNf) e da interação entre os mesmos (PRC x FDNf) para as variáveis de desempenho animal

Item	Tratamento <sup>1</sup>									Valores de P				
	GU3	GU8	GU13	GU18	MM3	MM8	MM13	MM18	EPM	PRC	FDNf	FDNfL	FDNfQ	Interação
Peso vivo inicial, kg	380	379	383	378	375	385	380	387	15,65	0,64	0,77	-	-	0,47
Peso vivo final, kg	478	494	519	492	480	501	507	510	13,21	0,52	<0,001	<0,01	<0,01	0,31
Ganho de peso, kg/dia														
dia 22 ao 81	1,26	1,52	1,57	1,40	1,32	1,49	1,56	1,50	0,10	0,69	0,04	0,09	0,02	0,90
dia 0 a 81	1,22	1,42	1,62	1,39	1,28	1,42	1,56	1,51	0,09	0,65	<0,01	<0,01	0,01	0,73
Consumo de matéria seca, kg/dia														
dia 22 ao 81 <sup>D</sup>	6,92 <sup>e</sup>	7,74 <sup>de</sup>	9,22 <sup>bc</sup>	8,33 <sup>cd</sup>	9,11 <sup>bc</sup>	10,63 <sup>a</sup>	10,37 <sup>a</sup>	9,78 <sup>ab</sup>	0,41	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
dia 0 a 81 <sup>D</sup>	7,36 <sup>e</sup>	7,95 <sup>de</sup>	9,07 <sup>bc</sup>	8,36 <sup>cd</sup>	8,93 <sup>bc</sup>	10,11 <sup>a</sup>	9,87 <sup>a</sup>	9,45 <sup>ab</sup>	0,30	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	0,05
Eficiência alimentar, kg/kg														
dia 22 ao 81	0,181	0,199	0,170	0,165	0,145	0,138	0,151	0,153	0,01	<0,001	0,77	-	-	0,07
dia 0 a 81	0,166	0,179	0,180	0,165	0,145	0,140	0,159	0,160	0,01	<0,001	0,38	-	-	0,25
Estimativas entre o 22º ao 81º dia														
Consumo de amido, kg MS/dia <sup>D</sup>	3,82 <sup>bc</sup>	3,89 <sup>bc</sup>	4,17 <sup>b</sup>	3,56 <sup>c</sup>	4,66 <sup>a</sup>	5,15 <sup>a</sup>	4,17 <sup>b</sup>	3,59 <sup>c</sup>	0,22	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CEM, Mcal/kg de MS	21,66	23,40	26,61	23,33	28,38	30,16	29,97	27,16	1,30	<0,001	<0,01	0,51	<0,01	0,21
ELm, Mcal/kg de MS <sup>D</sup>	2,28 <sup>ab</sup>	2,35 <sup>a</sup>	2,09 <sup>bc</sup>	2,06 <sup>cd</sup>	1,84 <sup>e</sup>	1,76 <sup>e</sup>	1,87 <sup>de</sup>	1,91 <sup>cde</sup>	0,07	<0,001	0,52	-	-	0,01
ELg, Mcal/kg de MS <sup>D</sup>	1,59 <sup>ab</sup>	1,65 <sup>a</sup>	1,43 <sup>bc</sup>	1,39 <sup>cd</sup>	1,21 <sup>e</sup>	1,13 <sup>e</sup>	1,23 <sup>de</sup>	1,27 <sup>cde</sup>	0,06	<0,001	0,51	-	-	0,01
EEM, g PV/kg de EM ingerida	58,01	65,86	58,77	58,98	46,63	50,99	52,29	54,99	3,92	<0,001	0,39	-	-	0,45

<sup>1</sup> Tratamento: GU3: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 3% de FDNf; GU8: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 8% de FDNf; GU13: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 13% FDNf; GU18: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 18% FDNf; MM3: dieta contendo milho moído e 3% de FDNf; MM8: dieta contendo milho moído e 8% de FDNf; MM13: dieta contendo milho moído e 13% de FDNf; MM18: dieta contendo milho moído e 18% de FDNf; EPM: erro padrão da média; PRC = processamento; FDNf = fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem; FDNfL = efeito linear de FDNf; FDNfQ = efeito quadrático de FDNf; Interação = interação entre PRC e FDNf; Valores de probabilidade (P) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; <sup>D</sup> Desdobramento da interação PRC x FDNf onde letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa (P<0,05).

### 2.3.2 Características de carcaça

Não houve interação entre PRC e teor de FDNf para nenhuma das variáveis envolvendo características de carcaça ( $P>0,05$ ), portanto as diferenças de PRC e FDNf serão discutidas separadamente.

Os valores médios de cada tratamento e os valores de probabilidade da análise estatística realizada para as variáveis: peso de carcaça quente (kg); peso de carcaça fria (kg); rendimento de carcaça (%); rendimento de carcaça no ganho (%); área de olho de lombo ( $\text{cm}^2$ ); espessura de gordura subcutânea (mm); peso da gordura RPI (kg); peso de fígado (kg); escore de fígado; incidência de abscesso hepático (%); peso de rúmen (kg) e escore ruminal estão apresentados na Tabela 2.8.

O peso de carcaça quente e o peso de carcaça fria apresentaram efeito quadrático quanto ao teor de FDNf ( $P=0,04$ ) (Tabela 2.8). Os maiores pesos de carcaça quente e fria foram obtidos com inclusões de 12,8% de FDNf. Estes dados estão em concordância com os resultados obtidos para PV final e ganho de peso do presente trabalho. Nota-se que os pesos e ganhos de peso mais elevados foram obtidos com inclusões de 13,3 e 13,0% de FDNf. Estas pequenas variações entre as variáveis analisadas quanto as inclusões de FDNf provavelmente ocorreram devido a metodologia adotada, no presente experimento, em realizar a pesagem dos animais sem jejum.

Kreikemeier et al. (1990) ao avaliarem quatro níveis de silagem de milho e feno de alfafa (50:50) na dieta (0, 5, 10 e 15% na MS) observaram efeito quadrático da fonte de fibra para peso de carcaça quente ( $P<0,05$ ), sendo 307, 324, 325 e 320 kg, respectivamente. Bartle, Preston e Miller (1994) verificaram que o peso de carcaça quente diminuiu com o aumento da inclusão de fibra na dieta ( $P<0,05$ ) ao utilizarem feno de alfafa ou casca de algodão (10, 20 e 30% na MS).

As características de carcaça não foram influenciadas pelo teor de FDNf na MS da ração total ( $P>0,10$ ) quando Gill et al. (1979) avaliaram inclusões de 5 e 15% de casca de algodão. Da mesma forma, MacDonald et al. (2011) ao avaliar três inclusões de feno de alfafa (7,5, 10 e 12,5% na MS da ração total) utilizando milho floculado, não observaram efeito da inclusão de forragem ( $P>0,67$ ) para as variáveis: peso de carcaça quente, marmoreio e área de olho de lombo.

Houve efeito linear quanto a inclusão de FDNf para o rendimento de carcaça ( $P=0,03$ ), ou seja, conforme aumentou a inclusão de fibra na dieta, menor foi o rendimento de carcaça. Entretanto, ao se avaliar o rendimento de carcaça no ganho, observa-se efeito quadrático de FDNf ( $P=0,03$ ), com menor rendimento no ganho com inclusão de 13,9% de FDNf.

Para o ganho de peso de carcaça somente foi observado efeito quadrático ( $P=0,03$ ) sendo que o ganho máximo foi atingido com inclusões de 12,5% de FDNf. Ao se avaliar a eficiência alimentar de carcaça, houve diferença somente para PRC ( $<0,001$ ), concordando com o resultado obtido anteriormente para a variável eficiência alimentar.

Ao avaliar o peso da gordura renal, pélvica e inguinal (RPI), foi observado efeito quadrático de FDNf ( $P=0,04$ ), indicando que a maior deposição de gordura ocorreu com inclusões de 12,5%. Em função desta maior deposição de gordura, o rendimento de carcaça no ganho pode ter sido comprometido. Com isso, observa-se que houve diferença na composição do ganho dos animais entre os tratamentos testados, com maior proporção de gordura para dietas contendo 12,5% de FDNf. Segundo Pethick, Harper e Oddy (2004) isso acontece, pois a deposição do tecido adiposo se inicia pela gordura interna.

Não foi verificada diferença de PRC e de inclusão de FDNf para as variáveis: área de olho de lombo ( $P=0,52$  e  $P=0,55$ , respectivamente) e espessura de gordura subcutânea ( $P=0,29$  e  $P=0,20$ , respectivamente). Esta ausência de diferença de PRC e teor de FDNf para a área de olho de lombo pode ser justificada por este músculo apresentar desenvolvimento tardio (OWENS; DUBESKI; HANSON, 1993).

Gesualdi Jr. et al. (2000) observaram que a quantidade de tecido adiposo na carcaça apresentou aumento linear crescente ( $P<0,01$ ) com a diminuição de feno de capim *coastcross* na dieta. Estes autores utilizaram altas inclusões de forragem na dieta total (25, 37,5, 50, 62,5 e 75% na MS) e também verificaram que a área de olho de lombo não foi influenciada pelos diferentes níveis de forragem na dieta.

Ribeiro et al. (2002) trabalhando com inclusões entre 9, 15 e 21% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* encontraram maior quantidade de gordura renal e pélvica para animais alimentados com 9 e 15% de bagaço em relação a 21% de bagaço (7,27, 7,51 e 5,41 kg, respectivamente). Este resultado também está em concordância com os valores encontrados no presente estudo, já que o teor de FDN presente no bagaço de cana-de-açúcar é mais elevado.

Leme et al. (2003) verificaram que as características de peso de carcaça quente, peso de gordura RPI, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, não foram influenciadas pelo nível de bagaço na dieta (15, 21 e 27% na MS), entretanto houve comportamento linear em função dos níveis de bagaço ( $P < 0,05$ ), para peso de fígado e rendimento de carcaça. Segundo Silva et al. (2007) bovinos Nelore alimentados com 40% de silagem de milho e milho grão seco moído apresentaram maior peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, peso de gordura RPI e espessura de gordura subcutânea ( $P < 0,05$ ) em relação ao milho grão úmido ensilado. Apesar dos animais recebendo grão úmido ensilado apresentarem redução no rendimento de carcaça, estes autores observam que os animais tratados com grão úmido ensilado foram mais eficientes do que animais alimentados com milho seco moído.

Houve efeito de PRC ( $P = 0,02$ ), mas não efeito do teor de FDNf ( $P = 0,06$ ) para peso de fígado. O peso de fígado de animais recebendo dietas com milho grão úmido ensilado foi maior em relação ao milho grão seco moído (5,58 vs. 5,32 kg). De acordo com os resultados obtidos, Henrique et al. (2007) também observaram fígados mais pesados ( $P < 0,05$ ) para bovinos alimentados com milho grão úmido ensilado em relação ao milho seco moído, entretanto os motivos não são compreendidos.

Não houve diferença do teor de FDNf para as variáveis: escore de fígado e incidência de abscessos hepáticos ( $P = 0,81$  e  $P = 0,89$ , respectivamente). Também não houve diferença de PRC para escore de fígado ( $P = 0,08$ ) e incidência de abscesso hepático ( $P = 0,09$ ), apesar dos valores numéricos serem maiores para milho grão úmido ensilado em relação ao milho seco moído fino para ambas as variáveis. Dos 112 fígados avaliados, somente 6 apresentavam abscesso hepático, sendo 5 destes referente ao tratamento com milho grão úmido ensilado.

Gill et al. (1981) não verificaram diferença na incidência de abscesso hepático para animais alimentados com milho grão úmido de milho ensilado, milho floculado ou com a mistura destes grãos (7,5, 6,2 e 5,2%, respectivamente;  $P > 0,10$ ). Porém, como as inclusões de fibra variaram entre 8 e 24% na MS da dieta total, o efeito do processamento do grão pode ter sido minimizado.

Gill et al. (1979) observaram tendência ( $P < 0,10$ ) em reduzir a incidência de abscesso hepático com o aumento da inclusão de fibra na dieta total, pois 41,1 e 24,1% dos animais alimentados com 5 e 15% de casca de algodão,

respectivamente, apresentaram fígados com abscesso. Bartle, Preston e Miller (1994) observaram que bovinos alimentados com 10, 20 e 30% de forragem na MS da ração total, apresentaram redução na incidência de abscesso hepático (11, 4 e 9%, respectivamente;  $P < 0,05$ ). Contudo, segundo Kreikemeier et al. (1990) a inclusão de forragem na dieta total (0, 5, 10 e 15% na MS) não apresentou diferença sobre a incidência de abscesso hepático ( $P > 0,10$ ). Entretanto, estes autores comentam que a condenação de fígados por presença de abscesso hepático durante o abate foi superior a 54% para todos os tratamentos, sendo que mais de 32% dos fígados para todos os tratamentos apresentavam mais de três abscessos hepáticos. Esta alta incidência pode ter ocorrido devido à falta do uso de antibióticos que atuam na prevenção de abscesso hepático. Neste estudo, os autores somente utilizaram o ionóforo lasalocida o qual a *Fusobacterium necrophorum*, principal agente etiológico para formação de abscesso hepático, é resistente (NAGARAJA; CHENGAPPA, 1998). Nuñez (2008) avaliando dietas de alto concentrado contendo milho moído fino para bovinos Nelore não observou ocorrência de abscessos no fígado de nenhum dos animais.

A grande diferença em experimentos avaliando ocorrência de abscesso hepático pode ser explicada pela idade dos animais avaliados, tempo de confinamento e pelo tipo de alojamento utilizado (bairas coletivas ou individuais). Bovinos mais jovens apresentam um sistema imunológico menos desenvolvido. Animais que permanecem por um período mais longo em confinamento estão mais susceptíveis as ocorrências de acidose, ruminite e subsequente ocorrência de abscesso hepático (NUÑEZ, 2008). Bovinos confinados em bairas coletivas também apresentam maior incidência de abscesso hepático em relação aqueles em bairas individuais, em razão do comportamento de competição por alimento (DROUILLARD<sup>1</sup> – informação verbal).

Não foi observada diferença de FDNf para peso de rúmen ( $P = 0,88$ ), porém houve diferença de PRC ( $P = 0,03$ ) sendo que o maior peso de rúmen foi observado para animais recebendo grão úmido de milho e em relação ao grão de milho seco moído (9,52 vs. 9,07 kg).

Ao se avaliar o escore ruminal, somente houve efeito quadrático de FDNf ( $P = 0,02$ ), apresentando menor incidência de ruminite com inclusões de 12,4% de

---

<sup>1</sup> DROUILLARD, J.S. Kansas State University.

FDNf. O valor encontrado para o tratamento grão úmido ensilado contendo 3% de FDNf foi elevado em relação aos demais tratamentos, sendo que dos quatorze animais avaliados, sete apresentaram lesões ruminais. Nos demais tratamentos, os bovinos apresentando lesões ruminais foram de no máximo dois animais por tratamento.

Tabela 2.8 - Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PRC), teor de fibra insolúvel em detergente neutro de forragem (FDNf) e da interação entre os mesmos (PRC x FDNf) para as variáveis de características de carcaça

Item	Tratamento <sup>1</sup>									Valores de P				
	GU3	GU8	GU13	GU18	MM3	MM8	MM13	MM18	EPM	PRC	FDNf	FDNfL	FDNfQ	Interação
Peso de carcaça quente, kg	258	264	280	263	260	264	270	269	7,81	0,92	0,01	0,04	0,04	0,37
Peso de carcaça fria, kg	254	260	275	259	256	260	266	265	7,70	0,92	0,01	0,04	0,04	0,37
Rendimento de carcaça, %	56,1	55,6	56,1	55,6	56,4	54,9	55,4	54,9	0,52	0,11	0,02	0,03	0,36	0,48
Rendimento de carcaça no ganho, %	73,1	67,9	68,0	68,4	72,9	65,8	66,0	64,7	2,72	0,16	<0,01	<0,01	0,04	0,87
Ganho de peso de carcaça, kg/dia	0,82	0,91	1,08	0,89	0,88	0,87	0,97	0,92	0,05	0,70	<0,01	0,07	0,03	0,33
Eficiência alimentar de carcaça, kg/kg	0,113	0,115	0,120	0,108	0,101	0,087	0,100	0,098	0,01	<0,001	0,29	-	-	0,22
Área de olho de lombo, cm <sup>2</sup>	50,1	53,1	51,0	52,8	49,5	50,1	51,2	52,5	2,04	0,52	0,55	-	-	0,85
Espessura de gordura subcutânea, mm	3,52	3,96	3,45	3,52	2,66	3,88	3,19	3,54	0,44	0,29	0,20	-	-	0,69
Peso da gordura RPI, kg	3,46	3,83	4,65	3,84	3,80	4,20	4,00	4,15	0,35	0,59	0,05	0,07	0,04	0,10
Peso de fígado, kg	5,50	5,51	5,91	5,41	5,20	5,33	5,52	5,25	0,18	0,02	0,06	0,63	0,04	0,88
Escore de fígado	0,28	0,14	0,00	0,23	0,00	0,00	0,07	0,00	0,12	0,08	0,81	0,75	0,37	0,44
Incidência de abscesso hepático, %	14,3	14,3	0,0	7,7	0,0	0,0	7,1	0,0	0,06	0,09	0,89	0,49	0,97	0,25
Peso de rúmen, kg	9,77	9,43	9,50	9,39	8,66	9,13	9,38	9,11	0,39	0,03	0,88	0,77	0,54	0,36
Escore ruminal	1,68	0,11	0,25	0,67	0,40	0,33	0,25	0,18	0,36	0,08	0,03	0,07	0,02	0,07

<sup>1</sup> Tratamento: GU3: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 3% de FDNf; GU8: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 8% de FDNf; GU13: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 13% FDNf; GU18: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 18% FDNf; MM3: dieta contendo milho moído e 3% de FDNf; MM8: dieta contendo milho moído e 8% de FDNf; MM13: dieta contendo milho moído e 13% de FDNf; MM18: dieta contendo milho moído e 18% de FDNf; EPM: erro padrão da média; PRC = processamento; FDNf = fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem; FDNfL = efeito linear de FDNf; FDNfQ = efeito quadrático de FDNf; Interação = interação entre PRC e FDNf; Valores de P inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

### 2.3.3 Parâmetros fecais

Os valores médios de cada tratamento e os valores de probabilidade da análise estatística realizada para as variáveis fecais: amido (% na MS); pH; MS (%); densidade (g/mL); energia líquida para manutenção proveniente do milho (Mcal/dia) e energia líquida para ganho proveniente do milho (Mcal/dia) à primeira (46º dia) e à segunda coleta (74º dia) realizadas durante o confinamento, estão apresentados na Tabela 2.9.

Houve interação entre o PRC e o teor de FDNf para teor de amido fecal à primeira (P=0,04) e segunda coleta (P=0,04; Tabela 2.9). Foi observado menor teor de amido fecal para animais alimentados com milho grão úmido ensilado quando comparado ao milho seco moído (2,96 vs. 13,22% na MS, referente à média dos dois períodos). Não houve diferença no teor de amido fecal de animais alimentados com milho grão úmido ensilado com diferentes teores de FDNf. Entretanto, para o milho seco moído o teor de amido apresentou efeito linear para FDNf, ou seja, houve aumento no teor de amido nas fezes conforme houve diminuição na inclusão de FDNf (Figura 2.6). Observa-se que os animais aproveitaram melhor o amido proveniente do grão úmido ensilado, em relação ao milho seco moído em ambos os períodos de amostragem. Os teores de amido fecal obtido para milho grão úmido ensilado de textura semidura durante à primeira e segunda coleta (2,33 e 3,60% na MS, respectivamente) estão de acordo com as recomendações de Owens e Zinn (2005) para milho floculado. Estes autores sugerem que para verificar a qualidade do processo de floculação, os teores fecais de animais alimentados com milho floculado devem ser inferiores a 5% na MS.

O efeito da forragem no aproveitamento do grão de milho seco moído pelo animal pode ser explicado pela maior inclusão de milho na dieta em substituição a forragem, permitindo maior consumo de amido. Animais consumindo milho grão seco moído contendo 3 e 8% de FDNf apresentaram maior consumo de amido (4,66 e 5,15 kg/dia, respectivamente) quando comparado com animais alimentados com 13% de FDNf (4,17 kg/dia). Entretanto animais contendo dietas com 18% de FDNf consumiram menor quantidade de amido (3,59 kg/dia), conforme apresentado anteriormente (Tabela 2.7).

Turgeon Jr., Brink e Britton (1983) ao avaliarem milho inteiro, milho quebrado e milho moído, bem como, suas misturas com inclusões de 5, 10 e 15% de feno de alfafa observaram que o amido fecal diminuiu linearmente com o aumento de fibra da dieta ( $P=0,03$ ). Este decréscimo também se justificou em função do decréscimo linear ( $P=0,09$ ) no consumo de amido observado com o aumento de fibra na dieta, conforme obtido no presente estudo. Zinn, Plascencia e Barajas (1994) também observaram menor teor de amido fecal em dietas com maiores inclusões de forragens ( $P<0,05$ ) ao trabalharem com milho floculado e níveis de forragem de 10 e 20% na MS da dieta total.

Nuñez (2008) ao trabalhar com milho moído e dietas de alto grão (73 e 91% na MS) para bovinos Nelore confinados observou que o consumo de amido foi de 2,44 e 4,32 kg/dia para bovinos recebendo rações contendo 27 e 9% de silagem de milho, respectivamente. O teor de amido fecal encontrado foi de 13,95 e 19,27% na MS, respectivamente, concordando com os resultados obtidos no presente estudo para milho grão seco moído.

Carareto (2011) não observou diferenças no teor de amido fecal para animais alimentados com 12 e 20% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*. Entretanto, observou maiores teores de amido nas fezes ( $P<0,001$ ) para animais alimentados com milho laminado (20,03% na MS), diferindo daqueles recebendo milho moído fino (9,68% na MS) e milho grão úmido ensilado (10,20% na MS), sendo o melhor aproveitamento do amido obtido com milho floculado (3,42% na MS). Em relação ao presente estudo, maiores perdas de amido por animais alimentados com grão úmido de milho ensilado foram encontradas no trabalho de Carareto (2011). Provavelmente, isso ocorreu em função do atraso na colheita do milho a ser ensilado, pois o teor de umidade encontrado para este ingrediente foi de 22,8% (CARARETO, 2011).

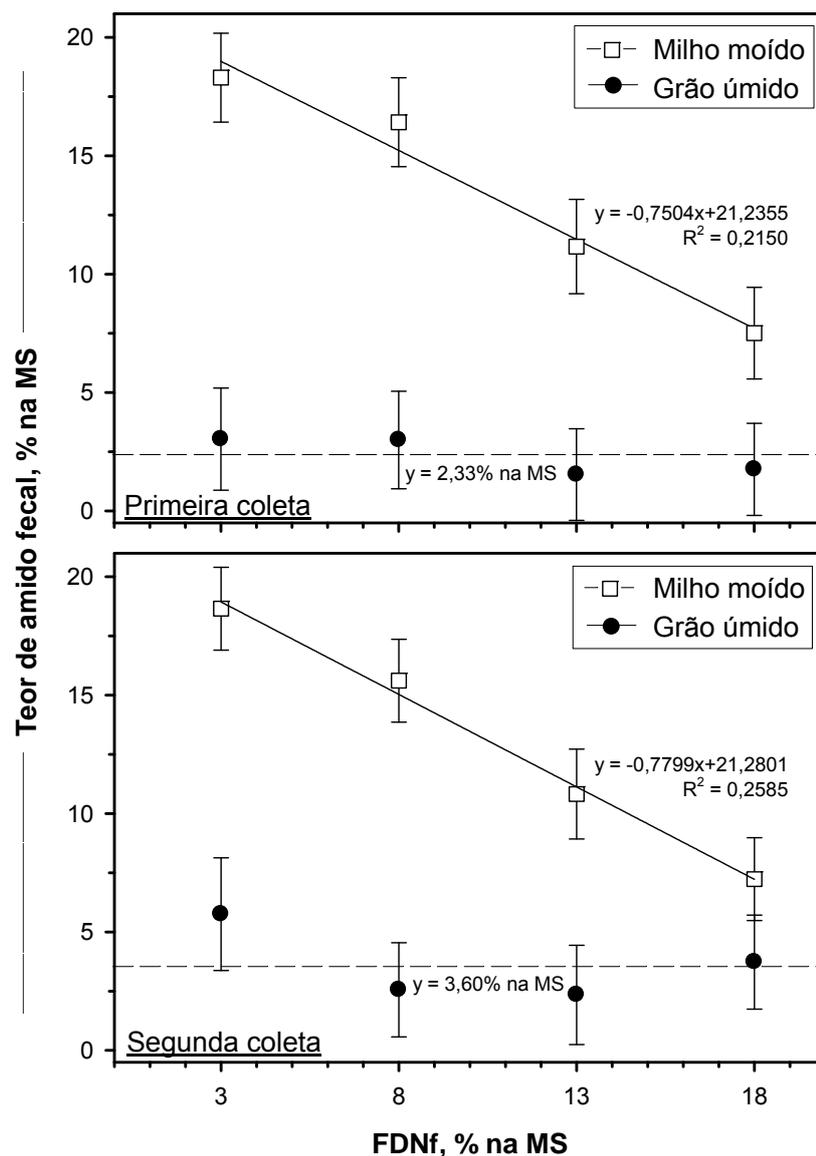


Figura 2.6 – Interação entre processamento e fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDF) para a variável amido fecal ( $P < 0,001$ ) aos 46 (primeira coleta) e 74 dias (segunda coleta) de confinamento

Ao avaliar o pH fecal, houve efeito de PRC somente à primeira coleta ( $P < 0,001$ ), sendo que a média obtida para o grão úmido ensilado foi maior em relação ao grão seco moído (7,38 vs. 6,66%, respectivamente). Desta forma, sugere-se que houve maior passagem de milho seco moído para o intestino em relação ao grão úmido ensilado, concordando com os resultados obtidos para teor de amido fecal. Estes resultados confirmam que o milho grão úmido ensilado é mais efetivo para aumentar a digestibilidade ruminal do amido, sendo que uma menor

quantidade atinge o intestino para ser digerido (HUNTINGTON, 1997; COOPER et al., 2002),

Foi observada interação entre o PRC e o teor de FDNf para a variável MS fecal à primeira coleta ( $P=0,03$ ). Já na segunda coleta não houve interação entre PRC e teor de FDNf para MS fecal ( $P=0,11$ ). Entretanto, houve diferença de PRC ( $P<0,001$ ) e do teor de FDNf ( $P<0,001$ ) para MS fecal à segunda coleta. Com isso, nota-se que o teor de MS fecal do milho seco moído foi maior que o grão úmido ensilado (19,14 vs. 15,16%) em função da quantidade de milho que atingiu o intestino e do teor de MS do grão. Da mesma forma, conforme há aumento na inclusão de FDNf houve decréscimo do teor de MS fecal. Estes resultados obtidos para teor de amido, pH e MS fecal são suportados também ao se avaliar a densidade fecal, a qual, em ambos os períodos de coleta, foi maior para o milho seco moído (1,125 e 1,127 g/mL) em relação ao grão úmido ensilado (1,102 e 1,111 g/mL). Isso pode ser explicado pelo teor de MS de grãos de cereais ser maior em relação à MS fecal, ou seja, a densidade do grão permanece maior do que a densidade da massa fecal, provocando alteração no teor de MS fecal.

Owens e Zinn (2005) também afirmaram que o teor de MS é inversamente proporcional ao teor de amido fecal. Entretanto grande parte do banco de dados utilizado por estes autores continha milho floculado como fonte de amido, que apresenta maior digestibilidade ruminal e maior capacidade de hidratação, em função da sua estrutura organizacional, quando comparado com milho grão seco moído. Os resultados obtidos no presente estudo diferem daqueles obtidos por Channon, Rowe e Herd (2004), que, ao utilizarem cevada laminada como fonte de amido, observaram que animais mais eficientes apresentam maiores teores de MS fecal e, conseqüentemente, os autores sugerem que os animais apresentavam menores teores de amido nas fezes.

Como a  $ELm$  e a  $ELg$  proveniente do milho ( $ELm_{milho}$  e  $ELg_{milho}$ , respectivamente) são calculadas utilizando o teor de amido fecal, também houve interação entre PRC e teor de FDNf para ambos os períodos de coleta ( $P<0,001$ ). Observa-se que no tratamento de grão úmido ensilado não houve diferença da  $ELm_{milho}$  e da  $ELg_{milho}$  entre os diferentes teores de FDNf. Entretanto, houve efeito linear para milho seco moído, ou seja, ocorreu aumento da  $ELm_{milho}$  e da  $ELg_{milho}$  conforme houve aumento da inclusão de FDNf na dieta total, em função do menor teor de amido fecal.

Houve correlação entre amido fecal e as variáveis pH fecal (exceto para o segundo período de coleta), MS fecal e densidade fecal. O coeficiente de correlação ( $r$ ) obtido para pH fecal foi de  $-0,65$  ( $P < 0,0001$ ) à primeira coleta e para a MS fecal foi igual a  $0,74$  ( $P < 0,0001$ ) à primeira coleta e igual a  $0,80$  ( $P < 0,0001$ ) à segunda coleta. Ao avaliar a densidade fecal, o coeficiente de correlação foi igual a  $0,34$  ( $P < 0,01$ ) à primeira coleta e igual a  $0,38$  ( $P < 0,001$ ) à segunda coleta, demonstrando menores coeficientes de correlação quando comparado com os obtidos para pH e MS fecal. Portanto, além da MS fecal e pH fecal serem bons indicadores do teor de amido das fezes, medir a densidade das fezes frescas pode ser alternativa para estimar amido fecal, entretanto, a densidade fecal apresenta baixo coeficiente de correlação (em média,  $r = 0,36$ ) em relação as demais variáveis.

Wheeler e Noller (1977) em dois ensaios realizados com bovinos de corte recebendo dietas com teores de amido superiores a 45% na MS encontraram correlação entre amido e pH fecal mais elevadas que o presente estudo ( $r = -0,82$  e  $-0,94$ ;  $P < 0,01$ ). Os autores observaram que animais alimentados com cevada apresentaram menores teores de amido e maior pH nas fezes em relação a animais tratados com grãos de milho. Turgeon Jr., Brink e Britton (1983) e Nuñez (2008) também encontraram correlação negativa entre amido fecal e pH fecal ( $r = -0,42$  e  $r = -0,57$ ;  $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ , respectivamente). Depenbusch et al. (2008), ao utilizarem 81% de milho laminado nas rações, encontraram menores correlações entre amido e pH fecal ( $r = -0,34$ ;  $P < 0,05$ ) em relação às observadas neste estudo.

Tabela 2.9 – Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PRC), teor de fibra insolúvel em detergente neutro de forragem (FDNf) e da interação entre os mesmos (PRC x FDNf) para as variáveis fecais

Variáveis fecais	Tratamento <sup>1</sup>								Valores de P					
	GU3	GU8	GU13	GU18	MM3	MM8	MM13	MM18	EPM <sup>2</sup>	PRC	FDNf	FDNfL	FDNfQ	Interação
Amido, % na MS <sup>†D</sup>	3,03 <sup>cd</sup>	3,00 <sup>cd</sup>	1,54 <sup>d</sup>	1,76 <sup>d</sup>	18,30 <sup>a</sup>	16,42 <sup>a</sup>	11,17 <sup>b</sup>	7,51 <sup>bc</sup>	1,97	<0,001	<0,01	<0,001	0,76	0,04
pH <sup>†</sup>	7,14	7,42	7,35	7,60	6,56	6,61	6,72	6,74	0,18	<0,001	0,35	-	-	0,83
Matéria seca, % <sup>†D</sup>	16,74 <sup>cd</sup>	15,24 <sup>de</sup>	13,22 <sup>e</sup>	13,95 <sup>e</sup>	23,05 <sup>a</sup>	19,34 <sup>b</sup>	17,57 <sup>bc</sup>	16,03 <sup>cd</sup>	0,71	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	0,03
Densidade, g/mL <sup>†</sup>	1,117	1,084	1,097	1,110	1,124	1,109	1,141	1,127	0,01	<0,01	0,15	-	-	0,47
ELm <sub>milho</sub> , Mcal/dia <sup>†D</sup>	2,45 <sup>a</sup>	2,45 <sup>a</sup>	2,47 <sup>a</sup>	2,47 <sup>a</sup>	2,14 <sup>c</sup>	2,17 <sup>c</sup>	2,29 <sup>b</sup>	2,37 <sup>ab</sup>	0,05	<0,001	<0,01	<0,001	0,71	0,03
ELg <sub>milho</sub> , Mcal/dia <sup>†D</sup>	1,74 <sup>a</sup>	1,74 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,46 <sup>c</sup>	1,50 <sup>c</sup>	1,60 <sup>b</sup>	1,67 <sup>ab</sup>	0,04	<0,001	<0,01	<0,001	0,71	0,03
Amido, % na MS <sup>†D</sup>	5,75 <sup>cd</sup>	2,56 <sup>d</sup>	2,35 <sup>d</sup>	3,73 <sup>d</sup>	18,65 <sup>a</sup>	15,61 <sup>ab</sup>	10,83 <sup>bc</sup>	7,23 <sup>cd</sup>	1,95	<0,001	<0,01	<0,001	0,47	0,04
pH <sup>‡</sup>	5,58	5,75	5,74	5,73	5,73	5,86	5,79	5,88	0,11	0,13	0,50	-	-	0,97
Matéria seca, % <sup>‡</sup>	18,89	14,29	13,76	13,71	22,97	19,85	18,55	15,18	1,02	<0,001	<0,001	<0,001	0,10	0,11
Densidade, g/mL <sup>‡</sup>	1,120	1,121	1,084	1,117	1,132	1,129	1,127	1,120	0,01	0,02	0,17	-	-	0,20
ELm <sub>milho</sub> , Mcal/dia <sup>†D</sup>	2,41 <sup>ab</sup>	2,46 <sup>a</sup>	2,46 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>	2,13 <sup>d</sup>	2,19 <sup>cd</sup>	2,30 <sup>bc</sup>	2,38 <sup>ab</sup>	0,04	<0,001	0,01	<0,01	0,68	0,04
ELg <sub>milho</sub> , Mcal/dia <sup>†D</sup>	1,70 <sup>ab</sup>	1,74 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,46 <sup>d</sup>	1,51 <sup>cd</sup>	1,61 <sup>bc</sup>	1,68 <sup>ab</sup>	0,04	<0,001	0,01	<0,01	0,68	0,04

<sup>1</sup> Tratamento: GU3: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 3% de FDNf; GU8: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 8% de FDNf; GU13: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 13% FDNf; GU18: dieta contendo milho grão úmido ensilado e 18% FDNf; MM3: dieta contendo milho moído e 3% de FDNf; MM8: dieta contendo milho moído e 8% de FDNf; MM13: dieta contendo milho moído e 13% de FDNf; MM18: dieta contendo milho moído e 18% de FDNf; EPM: erro padrão da média; PRC = processamento; FDNf = fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem; FDNfL = efeito linear de FDNf; FDNfQ = efeito quadrático de FDNf; Interação = interação entre PRC e FDNf; Valores de P inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; <sup>D</sup> Desdobramento da interação PRC x FDNf onde letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa (P<0,05); <sup>†</sup>: coletas realizadas no 46º dia de confinamento; <sup>‡</sup>: coletas realizadas no 74º dia de confinamento; ELm<sub>milho</sub>: energia líquida para manutenção proveniente do milho; ELg<sub>milho</sub>: energia líquida de manutenção proveniente do milho.

## 2.4 Conclusões

O teor de FDNf depende do processamento para o consumo de matéria seca, sendo a maior exigência de FDNf para o milho grão úmido ensilado.

O aproveitamento de amido proveniente do milho grão úmido ensilado foi maior, sendo o teor de amido fecal 4 vezes inferior ao milho grão seco moído fino.

A inclusão de 13% de FDNf promoveu maior peso vivo final e ganho de peso para bovinos Nelore em dietas contendo caroço de algodão.

O milho grão úmido ensilado mantém o ganho de peso, melhora a eficiência alimentar e diminui as perdas fecais de amido.

## Referências

ALVAREZ, E.G.; CALDERON, J.F.; MONTANO, M.F.; WARE, R.A.; ZINN, R.A. Influence of dietary forage level on digestive function and growth performance in cattle fed steamflaked corn-based growing-finishing diets. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v.3, p.506-512, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16<sup>th</sup>. ed. Arlington, 1995. v. 2.

BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L.; MILLER, M.F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, p. 1943-1953, 1994.

BENTON, J.R.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; VANDER POL, K.J.; GREENQUIST, M.A. Effects of roughage source and level with the inclusion of wet distillers grains on finishing cattle performance and economics. **Nebraska Beef Report**, Lincoln, p. 29-32, 2007.

BIGHAM, M.L.; McMANUS, W.R. Whole wheat grain feeding of lambs.V. Effects of roughage and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 26, p. 1053-1062, 1975.

BROWN, H.; BING, R.F.; GRUETER, H.P.; McASKILL, J.W.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P. Tylosin and chlortetracycline for the prevention of liver abscesses, improved weight gains and feed efficiency in feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 40, n. 2, p. 207-213, 1975.

BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; TITTO, E.A.L.; LANNA, D.P.D. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, supl. 1, p. 444-450, 2002.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso do amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CARARETO, R. **Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento**. 2011. 106 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CARARETO, R.; SANTOS, F.A.P.; MOURÃO, G.; PEDROSO, A.M.; SITTA, C.; SOARES, M.P.; PAULA, M.R.; MARQUES, R.S.; SOARES, M.C. Corn grain processing methods and forage levels in finishing diets for Nelore bulls. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 89, suppl. 1, p. 115, 2011.

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.

COOPER, R.J.; MILTON, C.T.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SCOTT, T.L.; WILSON, C.B.; MASS, R.A. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, p. 797-804, 2002.

CORONA, L.; OWENS, F.N.; ZINN, R.A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, p. 3020-3031, 2006.

CORREA, C.E.S. **Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o efeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas**. 2001. 102 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SILVA, G.H. **Mais de 170 cultivares transgênicas são disponibilizadas no mercado de sementes do Brasil para a safra 2011/12**. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milo/cultivares/index.php>>. Acesso em: 24 dez. 2011.

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.

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

FERREIRO, H.M.; PRESTON, T.R. Fattening cattle with sugar cane: the effect of different proportions of stalk and tops. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, v. 3, n. 1, p. 31-38, 1976.

GALYEAN, M.L. Protein levels in beef cattle finishing diets: industry application, university research, and systems results. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, n. 3, p. 2860-2870, 1996.

GALYEAN, M.L.; DEFOOR, P.J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, p. E8-E16, 2003.

GESUALDI Jr., A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; VELOSO, C.M.; CECON, P.R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1458-1466, 2000.

GILL, D.R.; OWENS, F.N.; FENT, R.W.; FULTON, R.K. Thiopeptin and roughage level for feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 49, n. 5, p. 1145-1150, 1979.

GILL, D.R.; OWENS, F.N.; MARTIN, J.J.; WILLIAMS, D.E.; ZINN, R.A.; HILLIER, R.J. Roughage levels in feedlot rations. **Oklahoma Agricultural Experiment Station Research Report**, Stillwater, p.141-146, 1981.

GOULART, R.S.; NUSSIO, L.G. Exigências de fibra fisicamente efetiva para bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 7.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE, 2., 2011, Lavras. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011. p. 111-153.

HAALAND, G.L.; TYRRELL, H.F.; MOE, P.W.; WHEELER, W.E. Effect of crude protein level and limestone buffer in diets fed at two levels of intake on rumen pH, ammonia-nitrogen, buffering capacity and volatile fatty acid concentration of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 55, p. 943-950, 1982.

HALE, W.H. Influence of processing on the utilization of grain (starch) by ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, p. 1075-1080, 1973.

HALES, K.E.; McMENIMAN, J.P.; LEIBOVICH, J.; VASCONCELOS, J.T.; QUINN, M.J.; MAY, M.L.; DiLORENZO, N.; SMITH, D.R.; GALYEAN, M.L. Effects of varying bulk densities of steam-flaked corn and dietary roughage concentration on in vitro fermentation, performance, carcass quality, and acid-base balance measurements in finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 88, p. 1135-1147, 2010.

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

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, p. 852-867, 1997.

KNUDSEN, K.E.B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 67, p. 319-338, 1997.

KREIKEMEIER, K.K.; HARMON, D.L.; BRANDT JR., R.T.; NAGARAJA, T.G.; COCHRAN, R.C. Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, p. 2130-2141, 1990.

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

LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 57, p. 347-358, 1996.

LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, p. 793-806, 1968.

MacDONALD, J.C.; JENKINS, K.H.; MCCOLLUM, F.T.; COLE, N.A. **Effects of level of alfalfa hay in steam-flaked corn based diets containing 25% sorghum wet distiller's grains**. Disponível em: <<http://amarillo.tamu.edu/files/2011/01/Effects-of-Level-of-Alfalfa-Hay.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1313-1324, 2011.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu)**: produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MAY, M.L.; QUINN, M.J.; DiLORENZO, N.; SMITH, D.R.; GALYEAN, M.L. Effects of roughage concentration in steam-flaked corn-based diets containing wet distillers grains with solubles on feedlot cattle performance, carcass characteristics, and in vitro fermentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 89, p. 549-559, 2011.

MAY, M.L.; QUINN, M.J.; DEPENBUSCH, B.E.; REINHARDT, C.D.; GIBSON, M.L.; KARGES, K.K.; COLE, N.A.; DROUILLARD, J.S. Dried distillers grains with solubles with reduced corn silage levels in beef finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 88, p. 2456-2463, 2010.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MOORE, R.L.; ESSIG, H.W.; SMITHSON, L.J. Influence of breeds of beef cattle on ration utilization. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 41, n. 1, p. 203-207, 1975.

NAGARAJA, T.G.; CHENGAPPA, M.M. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, p. 287-298, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6<sup>th</sup> ed. Washington: National Academy Press, 1984. 90 p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7<sup>th</sup> ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242 p.

NUÑEZ, A.J.C. **Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado**. 2008. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

OLBRICH JR., J.F. **The effect of corn particle size and corn silage level on the performance of Angus (*Bos taurus*) and Brahman (*Bos indicus*) steers**. 1996. 181 p. Thesis (PhD in Animal Science) - University of Florida, Gainesville, 1996.

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

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, p. 3138-3150, 1993.

PARSONS, C.H.; VASCONCELOS, J.T.; SWINGLE, R.S.; DEFOOR, P.J.; NUNNERY, G.A.; SALYER, G.B.; GALYEAN, M.L. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 85, p. 3079-3089, 2007.

PETHICK, D.W.; HARPER, G.S.; ODDY, V.H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 44, n. 7, p. 705-715, 2004.

PRITCHARD, R.H. Bunk management: observations from research. In: PLAINS NUTRITION COUNCIL SPRING CONFERENCE, 1998, College Station. College Station, 1998. p. 68. (Texas A&M Res. and Ext. Publ., AREC, 98-24).

RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M.; LIMA, C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 749-756, 2002.

SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; HEROLD, D.W. The effect of forage source and particle size on finishing yearling steer performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, p. 1082-1092, 1999.

SILVA, L.S.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LANNA, D.P.D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.

TONROY, B.R.; PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 39, n. 5, p. 931-936, 1974.

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

UWITUZE, S.; PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DEPENBUSCH, B.E.; KARGES, K.K.; GIBSON, M.L.; REINHARDT, C.D.; HIGGINS, J.J.; DROUILLARD, J.S. Evaluation of dried distillers grains and roughage source in steam-flaked corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 88, p. 258-274, 2010.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WARE, R.A.; ZINN, R.A. Influence of forage source and NDF level on growth performance of feedlot cattle. **Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science**, Saint Louis, v. 55, p. 637-641, 2004.

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

WHEELER, W.E.; NOLEER, C.H. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 44, p. 131-135, 1977.

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

ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, p. 1280-1289, 1998.

ZINN, R.A.; WARE, R.A. Forage quality: digestive limitations and their relationships to performance of beef and dairy cattle. In: ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION & MANAGEMENT CONFERENCE, 22., 2007, Tempe. **Proceedings...** Tempe, 2007. p. 49-54.

ZINN, R.A.; CORONA, L.; WARE, R.A. Forage quality: impacts on cattle performance and economics. In: NATIONAL ALFAFA SYMPOSIUM, 2004, San Diego. **Proceedings...** San Diego, 2004. p. 209-216.

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

ZINN, R.A.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, p. 2209-2215, 1994.



### 3 EFEITO DO PROCESSAMENTO DO MILHO E DA INCLUSÃO DE POLPA DE CITROS NO DESEMPENHO DE BOVINOS NELORE EM TERMINAÇÃO

#### Resumo

O presente estudo avaliou o efeito do processamento do milho (PRC) de textura semidura e a inclusão de polpa cítrica (PCtr) em substituição ao milho em dietas de alto grão no desempenho de bovinos Nelore em terminação. Foram utilizados 112 bovinos machos não castrados da raça Nelore, com peso vivo inicial de  $378,3 \pm 21,3$  kg, alimentados duas vezes ao dia em *calan-gates* ou baias individuais. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema fatorial 2x4, sendo dois métodos de PRC (milho grão úmido ensilado - GU ou milho grão seco moído fino - MM) e quatro níveis de PCtr (0, 7, 14 e 21% na MS), utilizando 11% na MS de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de silagem de cana-de-açúcar. Os animais foram confinados durante 75 dias, sendo 18 dias de adaptação. Amostras fecais foram coletadas no 47º dia de confinamento, para determinação do teor de amido fecal (AF). Para o consumo de MS (CMS) foi observado efeito de PRC ( $P < 0,001$ ) sendo o menor CMS observado para animais alimentados com GU em relação ao MM. Também houve efeito linear de PCtr no consumo de MS (CMS;  $P < 0,001$ ), ocorrendo maior CMS com o aumento da inclusão de PCtr na dieta. Houve efeito de PRC para eficiência alimentar ( $P < 0,01$ ), animais alimentados com GU foram 7,5% mais eficientes que aqueles tratados com MM. Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) de PRC e nem de PCtr para: peso de carcaça; rendimento de carcaça, rendimento de carcaça no ganho, área de olho de lombo e peso de gordura renal, pélvica e inguinal. Entretanto, verificou-se efeito linear de PCtr para eficiência alimentar de carcaça e espessura de gordura subcutânea ( $P < 0,001$ ), ocorrendo decréscimo da eficiência e aumento da espessura com o aumento de PCtr na dieta. Os menores valores de amido fecal observados foram para animais alimentados com GU em relação ao MM (3,16 vs. 8,63% na MS;  $P < 0,001$ ). O pH fecal foi menor para animais alimentados com MM em relação ao GU (6,57 vs. 7,02;  $P < 0,001$ ). Ao comparar o GU com o MM, também foi observado diferença para MS fecal (13,94 vs. 18,15%;  $P < 0,001$ ) e densidade fecal (1,100 vs. 1,120 g/mL;  $P = 0,02$ ). A ensilagem de grão úmido melhora a eficiência e reduz as perdas fecais de amido. A polpa cítrica não melhorou o desempenho e o aproveitamento de amido por bovinos Nelore. A eficiência alimentar de carcaça foi prejudicada com a adição de polpa cítrica na dieta.

Palavras-chaves: Fibra solúvel; Milho grão umido ensilado; Milho seco moído fino; Nutrição; Vitreosidade; Zebu

#### Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of flint corn processing method (PRC) and substitution of corn for citrus pulp (PCtr) on Nelore bulls performance. In this study 112 Nelore bulls were used with initial body weight (BW)

378.3 ± 21.9 kg. Animals were fed twice a day in calan-gates or individual pens. The design was a randomized complete block in a 2x4 factorial arrangement. The experiment tested two types of PRC (high moisture corn – HM, and finely ground corn – GC) and four PCtr levels (0, 7, 14 and 21% in the DM), using sugarcane silage as roughage (11% NDF from forage in the DM and 8% cottonseed meal). Bulls were adapted to the finishing diet over a 18-d period and fed a total of 75 d. To determine fecal starch (FS) concentration, each animal was sampled on day 47 of the feeding period. An effect of corn processing ( $P<0.001$ ) was observed for DMI, being lower for HM than GC. There was a linear effect of PCtr inclusion on DMI ( $P<0,001$ ), with an increase on intake with an increase of PCtr. There was an effect on gain efficiency ( $P<0.01$ ), with HM animals having 7.5% better efficiency than those fed GC. No effects were observed ( $P>0.05$ ) for PRC and PCtr for carcass weight, dressing percent, dressing percent in the gain, ribeye area and renal, pelvic and inguinal fat weight. However, a linear effect of PCtr for carcass efficiency and backfat thickness ( $P<0.001$ ) were observed, with a decrease on efficiency and an increase on thickness with increasing PCtr inclusion. Fecal starch was lower in animals fed HM compared to GC (3.16 vs. 8.63% in the DM;  $P<0.001$ ). Thus the fecal pH was lower for animals fed GC related to HM (6.57 vs. 7.02;  $P<0.001$ ). There was an effect of PRC for fecal DM (HM=13.94% and GC=18.15%;  $P<0.001$ ) and fecal density (HM=1.100 g/mL and GC=1.120 g/mL;  $P=0.02$ ). High moisture corn improved gain efficiency and decreases starch fecal losses. Performance and fecal starch of Nelore bulls was unchanged when corn was replaced by PCtr. Carcass efficiency decreases with the increasing levels of citrus pulp in the diet.

Keywords: Finely ground corn; High moisture corn; Nutrition; Soluble fiber; Vitreousness; Zebu

### 3.1 Introdução

O uso de dietas com elevadas inclusões de grãos em confinamentos é crescente no intuito de melhorar a eficiência animal (THEURER, 1986). Entretanto a alta inclusão de grãos, principalmente de fontes de amido, pode aumentar a incidência de distúrbios digestivos e, conseqüente diminuição do consumo de energia pelos bovinos, ocasionando queda no desempenho e menor lucro (NAGARAJA; CHENGAPPA, 1998).

A polpa de citros é um subproduto da agroindústria citrícola caracterizada como alimento de alto valor energético, sendo bastante utilizada como substituto ao grão de milho, por promover melhorias no padrão de fermentação ruminal por conter elevado teor de pectina (VAN SOEST, 1994). Desta forma, a inclusão de polpa cítrica em dietas contendo alta inclusão de amido e pouca fibra, pode prevenir o aparecimento de problemas ruminais em bovinos confinados (BARRETO Jr. et al.,

2008), principalmente ao se trabalhar com grãos de milho processados, que apresentam maior digestibilidade do amido (HUNTINGTON, 1997).

Diversos métodos de processamento do grão de milho são usados para aumentar a eficiência de uso do grão. O uso de milho grão úmido ensilado torna-se interessante, uma vez que libera a área plantada cerca de 30 dias antes do milho grão seco. Além disso, não há gasto de energia para a secagem e consequente estocagem. Este método de processamento e armazenamento do milho grão úmido melhora a digestibilidade e a conversão alimentar (HALE, 1973; HENRIQUE et al., 2007; SILVA et al., 2007).

No Brasil, cerca de 80% no mercado nacional do milho é de textura semidura e dura (CRUZ; PEREIRA FILHO; SILVA, 2011), sendo a moagem a seco dos grãos o processamento mais utilizado (MILLEN et al., 2009). Entretanto, o uso de milho grão úmido ensilado melhora a digestibilidade do amido devido a menor influência das matrizes protéicas presentes no endosperma, pois estas não se encontram completamente consolidadas devido a colheita antecipada do grão (HALE, 1973). Desta forma, ao se utilizar grão úmido ensilado, espera-se aumento na digestibilidade do amido, promovendo melhor desempenho e/ou eficiência alimentar animal. Segundo Carareto et al. (2011) processamentos como a floculação e a ensilagem de grãos úmidos foram mais eficientes, quando comparado com o milho moído e laminado, para melhorar o desempenho animal.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos teores de polpa de citros (PCtr) na matéria seca da ração total como substituto ao milho sobre o desempenho, as características de carcaça e o aproveitamento de amido de bovinos Nelore em terminação. Os níveis de PCtr foram avaliados sob dois diferentes tratamentos do grão de milho semiduro: ensilado úmido ou moído seco.

### **3.2 Desenvolvimento**

Este estudo foi aprovado pela comissão de ética do uso de animais em pesquisa (CEUAP) na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

### 3.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP, Pirassununga, SP.

### 3.2.2 Desenho experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo os animais separados de acordo com o peso vivo inicial, em esquema fatorial 2x4.

Os tratamentos utilizados consistiram em dois processamentos do grão de milho de textura semidura e quatro teores de polpa cítrica (PCtr) em substituição ao milho, sendo:

- **Milho grão úmido ensilado sem inclusão de polpa de citros (GU0)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido da dieta sem inclusão de PCtr com base na matéria seca da ração total;
- **Milho grão úmido ensilado contendo 7% de polpa de citros (GU7)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido da dieta e inclusão de sete unidades percentuais de PCtr em substituição ao milho com base na matéria seca da ração total;
- **Milho grão úmido ensilado contendo 14% de polpa de citros (GU14)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido da dieta e inclusão de quatorze unidades percentuais de PCtr em substituição ao milho com base na matéria seca da ração total;
- **Milho grão úmido ensilado contendo 21% de polpa de citros (GU21)** = uso do milho grão úmido ensilado como fonte de amido da dieta e inclusão de vinte e uma unidades percentuais de PCtr em substituição ao milho com base na matéria seca da ração total;
- **Milho grão seco moído fino sem inclusão de polpa de citros (MM0)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido da dieta sem inclusão de PCtr com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão seco moído fino contendo 7% de polpa de citros (MM7)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido da dieta e inclusão de sete unidades percentuais de PCtr em substituição ao milho com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão seco moído fino contendo 14% de polpa de citros (MM14)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido da dieta e inclusão de quatorze unidades percentuais de PCtr em substituição ao milho com base na matéria seca da ração total;

- **Milho grão seco moído fino contendo 21% de polpa de citros (MM21)** = uso do milho grão seco moído fino como fonte de amido da dieta e inclusão de vinte e uma unidades percentuais de PCtr em substituição ao milho com base na matéria seca da ração total;

Todas as dietas apresentavam iguais inclusões de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de silagem de cana-de-açúcar (FDNf), sendo escolhida a inclusão de 11% de FDNf na MS da ração total.

### 3.2.3 Fonte de forragem e milho

A fonte de volumoso utilizada foi silagem de cana-de-açúcar da variedade SP91-1049 até o 48º dia de confinamento, sendo que no terço final do experimento utilizou-se a silagem de cana-de-açúcar da variedade RB86-7515. No momento da colheita a cana-de-açúcar variedade SP91-1049 apresentava 10 meses, sendo que esta foi cortada e picada utilizando a máquina Colhiflex 2008 MFC-1 da empresa Menta. Durante o processo de compactação da cana-de-açúcar, a mesma foi pulverizada com solução contendo bactéria heterolática *Lactobacillus buchneri* (cepa NCIMB 40788 - LALSIL®Cana - Lallemand) na dosagem de  $5 \times 10^{10}$  ufc/t. Já a variedade de cana-de-açúcar RB86-7515 no momento da colheita apresentava 24 meses, sendo que a mesma foi cortada e picada utilizando a máquina Colhimenta 3000 da empresa Menta, pertencente ao Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Da mesma maneira, durante o processo de compactação da cana-de-açúcar, a mesma foi pulverizada com solução contendo *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e *Pediococcus acidilactici*, enzimas hemicelulolíticas,

enzimas celulolíticas e dextrose (SILL-ALL<sup>®</sup>C4 - Alltech) na dosagem de  $5 \times 10^{10}$  ufc/t,  $5 \times 10^{10}$  ufc/t e  $5 \times 10^9$  ufc/t, respectivamente.

Os grãos de milho DOW 2B707 tratados com o inseticida Cruiser<sup>®</sup> 350 FS da empresa Dow AgroScience foram plantados em quantidade suficiente para todo o experimento. Para a confecção do grão úmido ensilado do tipo *bag*, aos 109 dias após semeadura, iniciou-se a colheita parcial dos grãos com teor de umidade de 40% na lavoura. A moagem utilizada nos grãos úmidos de milho antes do processo de ensilagem foi realizada utilizando-se o equipamento Silotress Poelter modelo OP20 série 00200 (Patrimônio UNESP - Campus de Botucatu). A abertura do silo contendo milho grão úmido ocorreu após 11 meses do processo de ensilagem.

Para o milho seco moído, aos 157 dias após a semeadura, quando os grãos de milho atingiram teor de umidade de 19%, iniciou-se novamente a colheita. Os grãos foram levados até o secador pertencente à FZEA e secos até atingirem 13% de umidade, permitindo sua estocagem em silos graneleiros.

### **3.2.4 Animais utilizados e rações experimentais**

Foram utilizados 112 bovinos machos não castrados da raça Nelore, com peso médio inicial de  $378,3 \pm 21,3$  kg e com idade de 2 anos. Desta forma, utilizou-se 14 animais por tratamento. Foram alojados 48 animais em instalações do tipo *calan gates* permitindo desta forma o controle individual de consumo. Os demais 64 bovinos foram alojados em baias individuais. Nos dois tipos de instalação, somente houve sombreamento proporcionado pela cobertura do cocho.

No início do experimento os animais receberam ivermectina (1 mL para cada 50 kg de peso vivo), vitamina A, D e E (5 mL por animal), vacina de clostridiose (3 mL por animal) e, após 30 dias, uma dose de albendazole (1 mL para cada 33 kg de peso vivo).

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia: às 07:00 horas a primeira refeição foi fornecida (50% da dieta) e às 16:30 horas a segunda refeição foi fornecida (50% da dieta). No intuito de obter manejo de cocho semelhante ao realizado em confinamentos comerciais, optou-se por não retirar as sobras diárias. Assim, a retirada das sobras ocorreu aproximadamente duas vezes por semana, ou quando havia necessidade devido à ocorrência de chuvas. A quantidade de

alimento fornecido diariamente era realizada por meio de escore de cocho com adaptações segundo Pritchard (1998), de forma a manter escore  $\frac{1}{2}$  para permitir consumo *ad libitum* aos animais (Tabela 3.1).

O período de adaptação foi de 18 dias. A ração fornecida aos primeiros seis dias continha 40% de silagem de cana-de-açúcar e 22% de milho. Do sétimo ao 18º dia de confinamento a ração continha 25% de silagem de cana-de-açúcar e 40% de milho. Nestes primeiros 18 dias de adaptação a diferença entre os tratamentos foi somente o método de processamento do grão de milho. Desta forma, ao décimo nono dia cada animal recebeu o seu respectivo tratamento. Os animais permaneceram em confinamento durante 75 dias, sendo 18 dias de adaptação somados aos 57 dias de tratamento.

Tabela 3.1 – Sistema de escore para cochos

Escore	Descrição do Cocho
-1	Totalmente vazio, “lambido”.
0	Sem alimento remanescente no cocho.
$\frac{1}{2}$	Presença esparsa de comida no cocho. A maior parte do fundo do cocho encontra-se exposta.
1	Camada fina e uniforme de alimento no fundo do cocho. Profundidade característica equivalente a um grão.
2	25 a 50% do alimento prévio remanescente.
3	Superfície do alimento completamente revolvida. Mais de 50% do alimento remanescente.
4	Alimento praticamente intocado. Superfície do alimento continua visível.

Fonte: adaptado de Pritchard (1998)

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências estimadas pelo NRC (1996), permitindo atender as exigências de proteína degradável, proteína metabolizável, macrominerais e microminerais (Tabela 3.2 e Tabela 3.3), com iguais inclusões de FDNf (11% na MS). O núcleo mineral apresentava a inclusão do ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg na MS (Tabela 3.4).

Tabela 3.2 – Composição das dietas experimentais destinadas a fase de adaptação

Ingrediente	Dietas de adaptação	
	% na MS	
	1-6 dias	7-18 dias
Silagem de cana-de-açúcar	40,00	25,00
Milho*	22,00	40,00
Polpa de citros	8,50	15,58
Casca de soja	5,94	-
Caroço de algodão	12,50	10,00
Farelo de soja	8,50	6,60
Uréia	0,80	1,10
Núcleo <sup>1</sup>	0,52	0,52
Calcário	1,03	0,97
Cloreto de sódio	0,21	0,10

\* milho grão úmido ensilado ou milho grão seco moído fino foram fornecidos aos animais desde o início do período de adaptação; <sup>1</sup> Núcleo mineral contendo o ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg de MS.

Tabela 3.3 – Composição das dietas experimentais por tratamento

Ingredientes	Milho grão úmido ensilado				Milho grão seco moído fino			
	0%	7%	14%	21%	0%	7%	14%	21%
	PCtr, % na MS							
Cana-de-açúcar	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Milho*	67,13	60,02	52,86	45,66	67,13	60,02	52,86	45,66
Polpa de citros	-	7,00	14,00	21,00	-	7,00	14,00	21,00
Caroço de algodão	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Farelo de soja	3,82	4,40	4,99	5,58	3,82	4,40	4,99	5,58
Uréia	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Núcleo <sup>1</sup>	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Calcário	1,85	1,45	1,07	0,70	1,85	1,45	1,07	0,70
Cloreto de sódio	-	-	0,02	0,07	-	-	0,02	0,07
Cloreto de potássio	0,38	0,31	0,24	0,17	0,38	0,31	0,24	0,17
Nutrientes digestíveis totais estimado, % <sup>□</sup>	75,48	77,83	79,15	79,57	77,36	77,98	79,60	80,38
Proteína bruta, %MS	14,59	13,94	13,61	13,62	14,36	13,88	13,52	14,14
Extrato etéreo, %MS	3,49	4,08	3,90	3,55	3,32	3,30	3,04	3,46
Fibra insolúvel em detergente neutro, %MS	29,43	27,93	25,28	21,88	26,12	27,80	24,47	23,92
Fibra insolúvel em detergente ácido, %MS	17,35	15,32	13,69	11,73	14,38	14,11	13,39	11,38
Lignina, %MS	2,24	1,87	1,39	1,19	1,47	1,28	1,60	1,05
Cinzas, %MS	5,29	4,64	4,62	4,87	5,32	5,08	3,72	4,05

\* milho grão úmido ensilado ou milho grão seco moído fino foram fornecidos aos animais durante todo o período experimental; <sup>1</sup> Núcleo mineral contendo o ionóforo salinomicina na concentração de 13 mg/kg de MS; <sup>□</sup> estimado de acordo com WEISS; CONRAD; ST PIERRE (1992).

Tabela 3.4 – Composição do núcleo mineral

Elementos	Níveis de garantia por kg de produto
Cálcio, g	45,4
Enxofre, g	73,4
Fósforo, g	34,9
Magnésio, g	30,9
Sódio, g	213,1
Cobalto, mg	82,0
Cobre, mg	1.871
Ferro, mg	1.000
Iodo, mg	130
Manganês, mg	3.670
Selênio, mg	26
Zinco, mg	5.564
Salinomicina, mg	2.533
Vitamina A, UI	290.000

Foram coletadas semanalmente amostras de todos os ingredientes utilizados nas rações experimentais para a composição química dos mesmos. As silagens de cana-de-açúcar, de ambas as variedades utilizadas, foram coletadas principalmente para determinação do teor de matéria seca (MS) e FDN. O milho grão úmido ensilado, milho grão seco moído fino e PCtr também foram coletados para determinação do teor de MS. O valor de FDN para o milho grão úmido ensilado foi inferior ao milho seco moído fino (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 – Composição química das variedades da silagem de cana-de-açúcar (SC), milho grão úmido ensilado (GU), milho grão seco moído fino (MM) e polpa cítrica (PCtr) utilizados em experimento

Composição química, % MS	SC <sup>1</sup>	SC <sup>2</sup>	GU	MM	PCtr
Matéria seca	25,04	27,22	60,12	87,30	88,37
Proteína bruta	4,18	3,97	7,60	9,48	6,20
Extrato etéreo	1,46	1,51	4,58	3,31	2,62
Fibra insolúvel em detergente neutro	64,01	64,55	8,40	12,95	26,42
Fibra insolúvel em detergente ácido	43,58	37,22	3,43	3,91	22,39
Lignina	7,39	3,74	1,69	1,03	3,80
Cinzas	3,31	4,12	0,86	1,46	5,83

<sup>1</sup> silagem de cana-de-açúcar da variedade SP91-1049 utilizada até o 48º dia de confinamento; <sup>2</sup> silagem de cana-de-açúcar da variedade RB86-7515 utilizada do 49º ao 75º dia de confinamento.

A mistura dos ingredientes concentrados foi realizada semanalmente na fábrica de ração pertencente à FZEA/USP, com exceção do ingrediente grão úmido de milho ensilado, em função do seu alto teor de umidade (39,88%) e do caroço de

algodão. A mistura da silagem de cana-de-açúcar com os ingredientes concentrados foi realizada diariamente utilizando a misturadora de ração Unimix 1200 da empresa Casale. Após a mistura dos ingredientes de cada dieta, esta era pesada em sacos individuais em função do consumo exigido para cada animal, conforme mencionado anteriormente.

### **3.2.5 Colheita de dados e amostragens nos períodos de avaliação**

Os animais foram pesados sem jejum no início do período de avaliação totalizando cinco pesagens no decorrer do período experimental. Foi aferida a altura de cernelha e anca de todos os animais ao início do experimento. Durante a quarta pesagem, 47º dia de confinamento, foram coletadas amostras de fezes diretamente da ampola retal dos animais.

Após o término do período experimental (75 dias) os animais foram abatidos em frigorífico comercial, localizado no município de Barretos, estado de São Paulo. Antes do embarque os animais foram pesados para permitir posteriores determinações de ganho de peso e rendimento de carcaça. Durante o abate, as gorduras renal, pélvica e inguinal foram obtidas das meias-carcaças e os dados de peso de carcaça quente foram obtidos da carcaça inteira. Os dados de peso de carcaça fria foram estimados considerando perdas por resfriamento de 1,5%.

Os fígados dos animais foram pesados e avaliados em função da ocorrência e tamanho dos abscessos hepáticos (BROWN et al., 1975). Em função da presença de abscessos hepáticos, foi calculada a porcentagem de ocorrência por tratamento. O peso do rúmen também foi obtido após a retirada de todo conteúdo ruminal e o mesmo recebeu um escore em função da área ruminal total lesionada, variando de 0 a 10, sendo considerado zero rúmens com ausência de ruminite (BIGHAM; McMANUS, 1975).

Noventa e seis horas após o abate, a meia-carcaça esquerda dos animais foram seccionadas na região entre a 12ª e 13ª costelas para determinação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS). Para determinação dessas características foi obtida uma imagem digital da superfície do músculo que foi posteriormente avaliada utilizando o *software* Lince®.

### 3.2.6 Análises bromatológicas

Amostras compostas das rações totais, das sobras e dos ingredientes foram secas em estufa a 55°C e moídas em moinho tipo Wiley utilizando peneira de 1 mm de porosidade. Em seguida foram armazenadas em sacos plásticos para futuras determinações bromatológicas. As análises convencionais realizadas foram MS, cinzas e extrato etéreo (AOAC, 1995). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido mediante combustão das amostras utilizando-se o analisador de nitrogênio Leco® (FP-528, Leco Corp.), desta forma para a obtenção do teor de PB, o valor de nitrogênio total foi multiplicado por 6,25.

Para os teores da fração FDN, fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinadas com o auxílio do analisador de fibras Ankom® (Ankom Technology Corp.) de acordo com o método proposto por Van Soest; Robertson; Lewis (1991). Para a determinação da fração FDN foram incluídos o sulfito de sódio e a amilase termoestável (Termamyl 120 L) e na determinação de lignina foi utilizada solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%. Os valores de nitrogênio ligado a fração FDN (NFDN) e nitrogênio ligado a FDA (NFDA) foram determinados segundo Licitra; Hernandez; Van Soest (1996). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela equação proposta por Weiss, Conrad e St Pierre (1992). O teor de amido foi determinado segundo Knudsen (1997).

Para a descrição física do grão de milho, o diâmetro geométrico médio do milho processado foi avaliado (YU et al., 1998), apresentado 5,84 mm para o milho grão úmido ensilado e 1,30 mm para o milho seco moído fino. Para o tamanho de partícula das dietas e da silagem de cana-de-açúcar utilizou-se o método *Penn State Particle Size Separator* (LAMMERS; BUCKMASTER; HEINRINCHS, 1996) adaptado por Mari (2003) (Tabela 3.6). Para a caracterização do milho, o teor de vitreosidade foi avaliado por dissecação dos grãos (DOMBRINK-KURTZMAN; BIETZ, 1993) obtendo-se 77,23% de vitreosidade.

As amostras de fezes também foram secas em estufa a 55°C e moídas em moinho tipo Wiley utilizando peneira de 1 mm de porosidade, sendo armazenadas em sacos plásticos para futuras determinações bromatológicas. Foi realizada a análise para MS (AOAC, 1995) e o teor de amido fecal foi estimado por espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo NIRSystem 5000 (Foss NIRSystems Inc., Silver Spring, MD, USA) utilizando a equação desenvolvida por

Caetano (2008). O pH fecal foi aferido seguindo a metodologia sugerida por Haaland et al. (1982) adaptada por Channon; Rowe; Herd (2004).

Tabela 3.6 – Descrição do tamanho médio de partícula das silagens de cana-de-açúcar e das dietas

	Milho grão úmido ensilado				Milho seco moído fino				
	Pctr, % na MS				Pctr, % na MS				
TMP, cm	0	7	14	21	0	7	14	21	
SC <sup>1</sup>					1,08				
SC <sup>2</sup>					1,21				
Dieta	0,96	0,99	1,03	1,02	1,00	1,03	1,01	1,04	

TMP = tamanho médio de partícula; <sup>1</sup> silagem de cana-de-açúcar da variedade SP91-1049 utilizada até o 48º dia de confinamento; <sup>2</sup> silagem de cana-de-açúcar da variedade RB86-7515 utilizada do 49º ao 75º dia de confinamento; Pctr = polpa cítrica.

### 3.2.7 Variáveis estimadas

Ganho de peso, kg/dia: foi determinado por meio de regressão linear do peso vivo sem a realização prévia de jejum de acordo com Ferreiro e Preston (1976), onde o ganho de peso foi representado pelo coeficiente linear da equação. Desta forma, esta metodologia foi adotada para diminuir a variação ocasionada pelo enchimento do trato gastrintestinal já que as pesagens dos animais durante todo o experimento foram realizadas sem jejum.

Peso vivo em jejum, kg: foi calculado multiplicando-se o peso vivo (PV) por 0,96, considerando que o enchimento do trato gastrintestinal corresponde a 4% do peso vivo (NRC, 1996).

Eficiência alimentar, kg/kg: foi determinada pela divisão do ganho de peso pelo CMS.

Consumo de amido, kg/dia: foi estimado o consumo de amido para cada animal por meio da subtração entre a quantidade de amido fornecido em cada tratamento experimental e a quantidade de amido presente na sobra de cada animal, respectivamente.

Consumo de energia metabolizável, Mcal/kg: foi estimado o consumo de NDT (WEISS; CONRAD; ST PIERRE, 1992) e calculado o consumo de energia digestível e, posteriormente, o consumo de energia metabolizável (NRC, 1996).

Energia líquida para manutenção e para o ganho proveniente da dieta, Mcal/kg: primeiramente foram calculadas as exigências para manutenção do animal

(LOFGREEN; GARRET, 1968) e as exigências para ganho do animal (NRC, 1984). Posteriormente, utilizaram-se as exigências (manutenção e ganho) para estimar a energia líquida de manutenção e para o ganho proveniente da dieta (ZINN; SHEN, 1998).

Eficiência de utilização da energia metabolizável, g PV/Mcal de energia metabolizável ingerida: foi calculada dividindo-se o ganho de peso pelo consumo de energia metabolizável (CEM), de forma a estimar o ganho de peso vivo por megacaloria de energia metabolizável (EM) ingerida.

Rendimento de carcaça: foi calculado dividindo-se o peso da carcaça quente pelo peso vivo em jejum do animal estimado, conforme descrito acima.

Rendimento de carcaça no ganho: foi estimada pela divisão do valor obtido da subtração do peso da carcaça ao início e ao final do experimento pelo valor obtido da subtração do PV em jejum ao início e ao final do experimento. Para estimar o peso de carcaça inicial, o rendimento de carcaça inicial adotado foi de 50% em função da composição corporal dos animais.

Ganho de peso de carcaça, kg/dia: foi estimado pela subtração do peso de carcaça inicial pelo peso da carcaça quente e, posteriormente, dividido pelo número de dias de confinamento. Para estimar o peso de carcaça inicial, o rendimento de carcaça inicial adotado foi de 50% em função da composição corporal dos animais.

Eficiência alimentar de carcaça, kg/kg: foi determinada pela divisão do ganho de peso de carcaça pelo CMS.

Energia líquida para manutenção e para o ganho proveniente do milho, Mcal/dia: foram estimadas segundo as equações desenvolvidas por Zinn; Owens; Ware (2002).

Densidade fecal, g/mL: foi calculada em função do peso obtido pela massa fecal ao ocupar um volume conhecido.

### **3.2.8 Análise estatística**

Os dados de desempenho, características de carcaça e parâmetros fecais foram analisados utilizando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Considerou-se o método de processamento do milho e o teor de polpa de citros em substituição ao milho da dieta como efeitos fixos no modelo e o animal como

unidade experimental. O bloco e o resíduo foram considerados como efeito aleatório. Foi incluído no delineamento estatístico o método de processamento do grão, o teor de polpa de citros em substituição ao milho da dieta e a interação entre os mesmos. As médias dos tratamentos foram determinadas utilizando LSMEANS. Para as análises de correlação entre teor de amido fecal e parâmetros fecais (pH, MS e densidade fecal) utilizou-se o procedimento CORR (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Testes para os efeitos fixos com valores de probabilidade (P) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

### **3.3 Resultados e Discussão**

#### **3.3.1 Desempenho animal**

Não houve interação entre PRC e PCtr para as variáveis analisadas de desempenho animal ( $P > 0,05$ ), exceto para eficiência alimentar durante o período de tratamento (19 ao 75 dia) e para energia líquida para manutenção (ELm) e energia líquida para o ganho (ELg) proveniente das dietas. Portanto, para as variáveis que não apresentaram interação (PRC x PCtr), as diferenças de PRC e de PCtr serão discutidas separadamente.

Não houve diferença de PRC ( $P = 0,64$ ) e de PCtr ( $P = 0,99$ ) para o peso vivo inicial (Tabela 3.7) demonstrando a homogeneidade dos pesos corporais dos animais pertencentes a cada tratamento testado. Para as variáveis altura de cernelha e altura de anca dos animais, também não houve diferença de PRC ( $P = 0,52$  e  $P = 0,63$ , respectivamente) e de PCtr ( $P = 0,23$  e  $P = 0,46$ , respectivamente), confirmando a homogeneidade dos lotes ao início do experimento para cada tratamento testado.

Os valores médios de cada tratamento e os valores de probabilidade da análise estatística realizada para as variáveis: peso vivo inicial (kg); peso vivo final (kg); ganho de peso (kg/dia) durante o período de tratamento (dia 19 ao 75) e total de confinamento (dia 0 a 75); consumo de matéria seca (kg/dia) durante o período de tratamento e total de confinamento; eficiência alimentar (kg/kg) durante o período de tratamento e total de confinamento; consumo de amido (kg MS/dia); CEM

(Mcal/kg de MS); ELM (Mcal/kg de MS); ELg (Mcal/kg de MS) e eficiência de utilização da energia metabolizável (g PV/kg de EM ingerida) estão apresentados na Tabela 3.7.

Não houve diferença de PRC ( $P=0,64$  e  $P=0,12$ ) e de PCtr ( $P=0,99$  e  $P=0,46$ ) para PV final e ganho de peso durante o período total (P75d). Foi observada diferença de PRC ( $P=0,05$ ) durante o período de tratamento (P57d), sendo o maior ganho de peso para o milho grão seco moído em relação ao milho grão úmido ensilado. Entretanto não houve diferença de PCtr em substituição ao milho para ganho de peso em ambos os períodos ( $P>0,46$ ).

De acordo com os resultados encontrados, vários autores não observaram efeito da substituição do milho pela PCtr para PV final e ganho de peso (EZEQUIEL et al., 2006; HENRIQUE et al., 2004; SCHALCH et al., 2001; PRADO et al., 2000; VIJCHULATA et al., 1980). Desta forma, o uso de polpa cítrica em substituição parcial ao milho processado em dietas contendo baixo teor de fibra não afeta o PV e ganho de peso. Entretanto, Henrique et al. (1998) e Leme et al. (2000) trabalhando com dietas contendo 20% de silagem de milho e 80% de concentrado, observaram que dieta contendo somente PCtr promoveu diminuição no desempenho animal, apresentando menor PV final e menor ganho de peso ( $P<0,05$ ). Tal comportamento pode ser justificado em função do menor consumo de MS pelos animais recebendo PCtr em relação ao milho (7,02 vs. 4,49 kg/dia;  $P<0,05$ ). Estes mesmos autores, ao estudarem a inclusão da PCtr em dietas contendo 80% de silagem de milho e somente 20% de concentrado, não observaram diferença entre dietas contendo ou não PCtr. Contudo, o peso vivo final e o ganho de peso dos animais recebendo dietas de alto volumoso e PCtr foram superiores aos resultados obtidos pelo tratamento contendo dietas de alto concentrado com PCtr.

Faturi et al. (2006) também avaliando dietas contendo diferentes teores de FDN (39 e 48% na MS) com milho e PCtr (30 a 40% na MS da dieta total) observaram maior PV final e ganho de peso para animais alimentados com dietas apresentando baixo teor de FDN e milho e alto teor de FDN e PCtr. Desempenho intermediário foi observado para o tratamento contendo alto teor de FDN e milho. A dieta que proporcionou menor PV final e ganho de peso foi a ração contendo baixo teor de FDN com PCtr, provavelmente em função do menor consumo de MS dos animais deste tratamento, segundo estes autores. Pereira et al. (2007) trabalhando

com dietas contendo 30% de silagem de cana-de-açúcar observaram menor ganho de peso para animais alimentados com dietas contendo 75 e 100% de PCtr em substituição ao milho moído fino em relação aos animais alimentados com 50% de PCtr em substituição ao milho ( $P < 0,05$ ). Esse menor ganho de peso também se justifica em função do menor consumo de MS. Entretanto não houve diferença quanto a eficiência alimentar destes animais recebendo dieta com PCtr em substituição ao milho.

No presente estudo, houve diferença de PRC para consumo de MS ( $P < 0,001$ ). Os animais alimentados com milho grão úmido ensilado apresentaram menor consumo de MS quando comparados ao milho seco moído fino, tanto no P57d (9,02 vs. 10,39 kg/dia, respectivamente), quanto no P75d (9,29 vs. 10,55, respectivamente). Estes resultados estão de acordo com os encontrados na literatura, os quais demonstram maior digestibilidade ruminal do milho grão úmido ensilado (GALYEAN, 1996; HUNTINGTON, 1997; COOPER et al., 2002) em relação ao milho seco moído. Isso ocorre devido a menor influência das matrizes protéicas presentes no endosperma, pois não se encontram completamente consolidadas (HALE, 1973). Portanto, ao se utilizar grão úmido ensilado, espera-se aumento na digestibilidade do amido e de outros nutrientes no rúmen, promovendo a saciedade energética dos animais (VAN SOEST, 1994).

Tonroy, Perry e Beeson (1974) ao estudarem o efeito do processamento de grãos de milho sobre o desempenho de bovinos em confinamento constataram que para o mesmo ganho de peso, a ingestão diária total de MS e a ingestão de grãos de milho foi menor para os animais que recebiam silagem de grãos úmidos em relação ao milho seco inteiro ou laminado. Silva et al. (2007) ao avaliarem o milho grão úmido ensilado e o milho grão seco moído no desempenho de bovinos Nelore alimentados com 40% de silagem de milho, observaram que o grão de milho úmido ensilado promoveu menor ingestão de MS ( $P < 0,01$ ) e melhor eficiência alimentar ( $P < 0,05$ ). Porém, não houve diferença entre os processamentos utilizados quanto ao ganho de peso ( $P > 0,85$ ).

Houve um aumento linear de PCtr no consumo de MS ( $P < 0,001$ ) em ambos os períodos analisados (Figura 3.1). A inclusão de PCtr (0, 7, 14 e 21% na MS) esteve associada a um aumento no consumo de MS durante o P57d (8,80, 9,63, 10,15 e 10,24 kg/dia, respectivamente) e P75d (9,18, 9,88, 10,26 e 10,35 kg/dia, respectivamente). Pode-se especular que este comportamento se justifique em

função do menor valor nutritivo da polpa quando comparado ao milho. Ao contrário dos resultados observados neste estudo, Henrique et al. (1998), Leme et al. (2000) e Faturi et al. (2006) observaram consumo de MS semelhante ou inferior quando bovinos foram alimentados com PCtr.

Ao se avaliar a eficiência alimentar (EA), foi observada interação entre PRC e PCtr ( $P=0,05$ ) durante o P57d. Durante este período de fornecimento de dietas mais energéticas aos animais, observa-se que as médias de EA são semelhantes entre os tratamentos GU0, GU7, GU14, G21, MM0 e MM21, sendo comprometida a EA dos tratamentos MM7 e MM14. Entretanto essa diferença observada entre tratamentos para EA pode estar relacionada com possíveis erros durante a pesagem, uma vez que não houve diferença para peso de carcaça quente entre os tratamentos ( $P>0,10$ ). Estes resultados obtidos para o milho grão úmido ensilado estão de acordo com a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura, onde não há diferença na EA quando bovinos são alimentados com PCtr como substituto ao milho grão (MOSCARDINI, 2008; EZEQUIEL et al., 2006; HENRIQUE et al., 2004; SCHALCH et al., 2001; PRADO et al., 2000; VIJCHULATA et al., 1980).

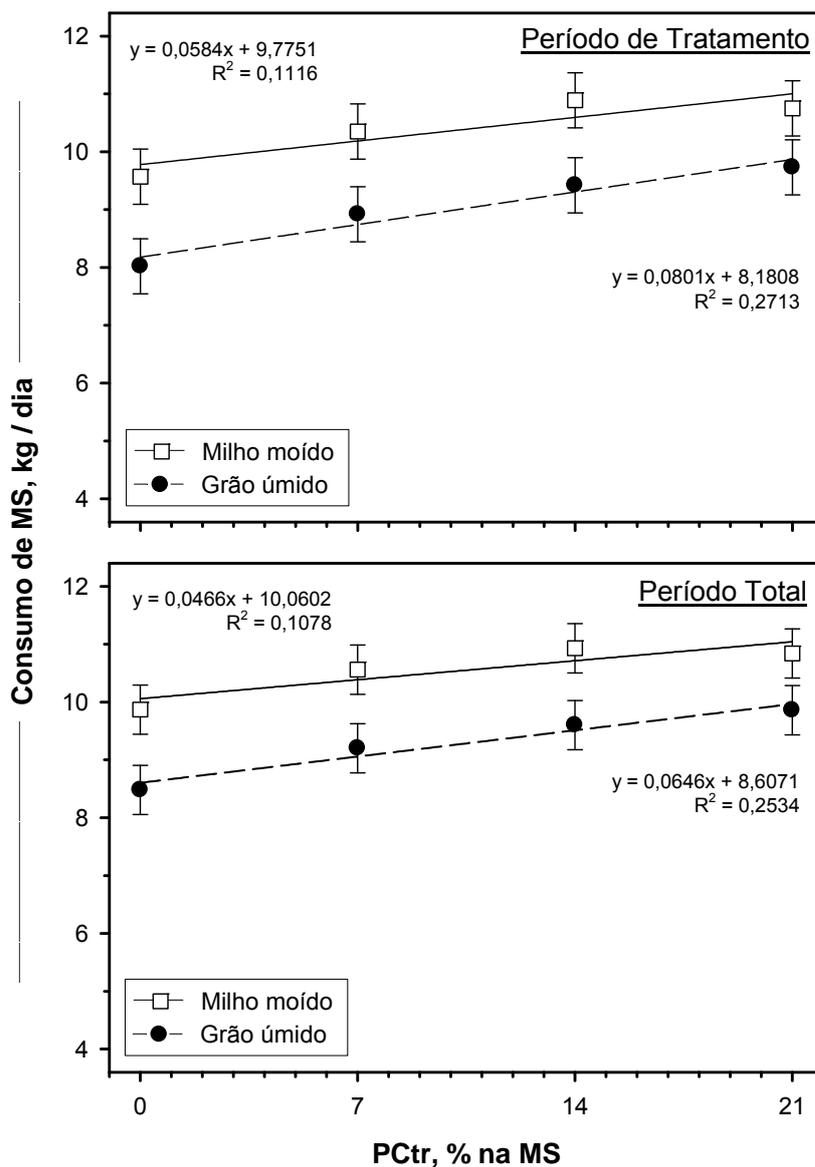


Figura 3.1 – Efeito linear da inclusão de polpa de citros (PCtr) no consumo de MS ( $P < 0,001$ ) durante o período de tratamento (19 ao 75 dia) e total de confinamento (0 ao 75 dia)

Henrique et al. (1998) não observaram diferença de fonte de energia (milho ou PCtr) para EA quando as dietas continham 80% de volumoso. Entretanto, em dietas contendo somente 20% de silagem de milho, menor EA foi observada para animais recebendo dietas contendo PCtr (0,166 vs. 0,202 kg/kg;  $P < 0,05$ ). Faturi et al. (2006) observaram melhores resultados para EA, em dietas com PCtr e maior quantidade de FDN. Pereira et al. (2007) avaliando bovinos Canchim recebendo dietas de alto grão, com 30% na MS de silagem de cana-de-açúcar verificaram que

dietas contendo 50% de PCtr como substituto ao milho, houve tendência em melhorar a EA destes animais quando comparado aqueles sem PCtr ( $P < 0,10$ ).

Ao analisar os dados de EA que perfazem o P75d de confinamento, somente foi verificada diferença de PCR ( $P < 0,01$ ). Animais alimentados com dietas com grão úmido ensilado foram 7,5% mais eficientes em relação ao milho grão seco moído fino (0,186 vs. 0,173 kg/kg, respectivamente). Este incremento foi inferior ao do capítulo anterior, e inferior a alguns dados da literatura (STOCK et al., 1990; HENRIQUE et al., 2007; SILVA et al., 2007; CARARETO et al., 2011).

Houve diferença de PRC ( $< 0,001$ ) para consumo de amido (kg/dia). Animais alimentados com dietas contendo milho grão úmido ensilado consumiram 14,2% menos amido que aqueles recebendo milho grão seco moído (3,26 vs. 3,80 kg de MS/dia), sendo justificado pelo menor consumo de MS. Também houve efeito linear de PCtr ( $P < 0,001$ ) para consumo de amido. À medida que aumenta a substituição do milho por polpa (0, 7, 14 e 21% na MS) há, conseqüentemente, redução de amido ingerido (4,05, 3,65, 3,33 e 3,10 kg de MS/dia, respectivamente). Estes dados estão de acordo com os resultados obtidos por Faturi et al. (2006). Estes autores verificaram tendência para maior consumo de amido em dietas contendo maior inclusão do milho grão ( $P < 0,08$ ).

O consumo de energia metabolizável (CEM) foi maior para animais alimentados com milho grão seco moído fino em relação àqueles com milho grão úmido ensilado (29,67 e 25,40 Mcal/kg de MS, respectivamente;  $P < 0,001$ ). Essa diferença pode ser explicada em função do maior consumo de MS por estes animais. Houve efeito quadrático de PCtr para CEM ( $P = 0,04$ ), sendo que o maior CEM ocorre com inclusão de 15,6% de PCtr na dieta total.

Observou-se interação entre PCR e PCtr para ELM ( $P = 0,03$ ) e ELG ( $P = 0,03$ ) provenientes da dieta. Não houve diferença para ELM e ELG das dietas entre os tratamentos GU0, GU7, GU14, MM0 e MM21. Entretanto, estas diferenças podem ser justificadas por possíveis erros de pesagem, uma vez que não houve diferença para o peso de carcaça entre os tratamentos. Pereira et al. (2007) notou possível melhora na ELM e ELG para animais recebendo dietas contendo 50% de PCtr como substituto ao milho grão seco moído fino em relação a dieta contendo somente milho grão ( $P < 0,10$ ).

Ao analisar os valores de ELM e ELG para o grão de milho seco e ensilado úmido sugeridos pelo NRC (1996), observa-se que o efeito da ensilagem do milho

grão úmido de textura semidura no presente estudo para a ELg é maior do que o previsto pelo NRC. O valor de ELM e ELg para o grão de milho úmido ensilado segundo o NRC é de 2,33 e 1,62 Mcal/kg MS respectivamente. Para o milho seco moído o NRC apresenta valores de ELM e ELg de 2,18 e 1,50 Mcal/kg respectivamente. Os valores observados no presente estudo para ELM e ELg provenientes das dietas foram de 2,09 e 1,52 Mcal/kg MS respectivamente com milho grão úmido e 1,97 e 1,32 Mcal/kg MS respectivamente com milho seco moído. O valor obtido para ELM das dietas contendo milho grão úmido foi 6,1% superior ao milho moído. Ao se observar a ELg das dietas com milho grão úmido, estas foram 15,2% superiores ao milho moído fino. Segundo o NRC (1996) a melhora da ELM e ELg entre os grãos de milho grão úmido e moído deveriam ser na ordem de 6,9 e 8,0% respectivamente. Esta maior diferença nos resultados observados para a ELg de dietas contendo milho grão úmido ensilado provavelmente ocorreu em função do milho utilizado ser de textura semidura.

Para a variável eficiência de utilização da energia metabolizável (EEM) houve somente diferença de PRC ( $P=0,03$ ), sendo maior para animais com milho grão úmido ensilado em relação ao milho grão seco moído fino (63,69 vs. 59,26 g PV/kg de EM ingerida). Estes resultados estão de acordo com os valores apresentados anteriormente, os quais demonstram a superioridade do milho grão úmido ensilado ao milho seco moído em fornecer energia ao animal.

Tabela 3.7 – Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PRC), teor de polpa de citros (Pctr) e da interação entre os mesmos (PRC x Pctr) para as variáveis de desempenho animal

Item	Tratamento <sup>1</sup>									Valores de P				
	GU0	GU7	GU14	GU21	MM0	MM7	MM14	MM21	EPM	PRC	Pctr	PctrL	PctrQ	Interação
Peso vivo inicial, kg	373	371	373	371	373	373	374	373	11,45	0,64	0,99	-	-	0,99
Peso vivo final, kg	503	516	512	513	510	511	514	521	20,09	0,51	0,46	-	-	0,75
Ganho de peso, kg/dia														
dia 19 ao 75	1,51	1,70	1,65	1,61	1,78	1,65	1,68	1,91	0,12	0,05	0,64	-	-	0,18
dia 0 a 75	1,63	1,82	1,75	1,73	1,80	1,74	1,79	1,96	0,11	0,12	0,46	-	-	0,27
Consumo de matéria seca, kg/dia														
dia 19 ao 75	8,02	8,92	9,42	9,73	9,57	10,35	10,89	10,75	0,48	<0,001	<0,001	<0,001	0,08	0,82
dia 0 a 75	8,48	9,20	9,60	9,86	9,87	10,56	10,93	10,84	0,43	<0,001	<0,001	<0,001	0,08	0,82
Eficiência alimentar, kg/kg														
dia 19 ao 75 <sup>D</sup>	0,186 <sup>a</sup>	0,190 <sup>a</sup>	0,176 <sup>abc</sup>	0,167 <sup>abc</sup>	0,187 <sup>a</sup>	0,160 <sup>bc</sup>	0,153 <sup>c</sup>	0,178 <sup>ab</sup>	0,01	0,08	0,06	0,05	0,09	0,05
dia 0 a 75	0,190	0,197	0,181	0,175	0,182	0,165	0,162	0,180	0,01	<0,01	0,22	-	-	0,06
Estimativas entre o 19º ao 75º dia														
Consumo de amido, kg MS/dia	3,76	3,40	3,07	2,83	4,34	3,90	3,59	3,38	0,19	<0,001	<0,001	<0,001	0,31	0,98
CEM, Mcal/kg de MS	23,09	25,53	26,51	26,47	27,98	29,90	30,68	30,11	1,34	<0,001	<0,01	<0,001	0,04	0,96
ELm, Mcal/kg de MS <sup>D</sup>	2,14 <sup>ab</sup>	2,17 <sup>a</sup>	2,06 <sup>ab</sup>	1,99 <sup>bcd</sup>	2,09 <sup>ab</sup>	1,90 <sup>cd</sup>	1,87 <sup>d</sup>	2,04 <sup>abc</sup>	0,07	<0,01	0,09	0,04	0,09	0,03
ELg, Mcal/kg de MS <sup>D</sup>	1,47 <sup>ab</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,40 <sup>ab</sup>	1,33 <sup>bcd</sup>	1,42 <sup>ab</sup>	1,25 <sup>cd</sup>	1,23 <sup>d</sup>	1,37 <sup>abc</sup>	0,06	<0,01	0,09	0,04	0,14	0,03
EEM, g PV/kg de EM ingerida	64,58	66,40	62,35	61,43	64,09	55,35	54,15	63,46	2,90	0,03	0,20	-	-	0,08

<sup>1</sup> Tratamento: GU0: dieta contendo milho grão úmido ensilado sem inclusão de polpa de citros; GU7: dieta contendo milho grão úmido ensilado e sete unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; GU14: dieta contendo milho grão úmido ensilado e quatorze unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; GU21: dieta contendo milho grão úmido ensilado e vinte e uma unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM0: dieta contendo milho moído sem inclusão de polpa de citros; MM7: dieta contendo milho moído e sete unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM14: dieta contendo milho moído e quatorze unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM21: dieta contendo milho moído e vinte e uma unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; EPM: erro padrão da média; PRC = processamento; Pctr = polpa de citros; PctrL = efeito linear de Pctr; PctrQ = efeito quadrático de Pctr; Interação = interação entre PRC e Pctr; Valores de P inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; <sup>D</sup> Desdobramento da interação PRC x Pctr onde letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa (P<0,05).

### 3.3.2 Características de carcaça

Não houve interação entre PRC e PCtr para as variáveis analisadas quanto as características de carcaça ( $P>0,20$ ), portanto as diferenças de PRC e PCtr serão discutidas separadamente.

Os valores médios de cada tratamento e os valores de probabilidade da análise estatística realizada para as variáveis: peso de carcaça quente (kg); peso de carcaça fria (kg); rendimento de carcaça (%); rendimento de carcaça no ganho (%); área de olho de lombo ( $\text{cm}^2$ ); espessura de gordura subcutânea (mm); peso da gordura RPI (kg); peso de fígado (kg); escore de fígado; incidência de abscesso hepático (%); peso de rúmen (kg) e escore ruminal estão apresentados na Tabela 3.8.

Não houve diferença de PRC e nem de PCtr para nenhuma das características de carcaça avaliadas, com exceção da eficiência alimentar de carcaça, espessura de gordura subcutânea (EGS), peso de fígado e peso de rúmen.

Ao se avaliar a eficiência alimentar de carcaça nota-se que houve efeito linear de PCtr ( $<0,01$ ). A medida que aumentou a inclusão de PCtr em substituição ao milho (0, 7, 14 e 21%) ocorreu redução da eficiência (0,152, 0,137, 0,133 e 0,126 kg/kg respectivamente; Figura 3.2). Este comportamento pode ser justificado em função do menor valor nutritivo da polpa quando comparado ao milho. Desta forma, animais que continham maior inclusão de polpa cítrica na dieta apresentaram maior consumo de MS, apresentando menor eficiência alimentar de carcaça. Houve também diferença de PRC ( $P<0,01$ ) para eficiência alimentar de carcaça. Animais alimentados com milho grão úmido ensilado apresentaram eficiência alimentar de carcaça melhor em relação ao milho moído fino (0,145 vs, 0,130).

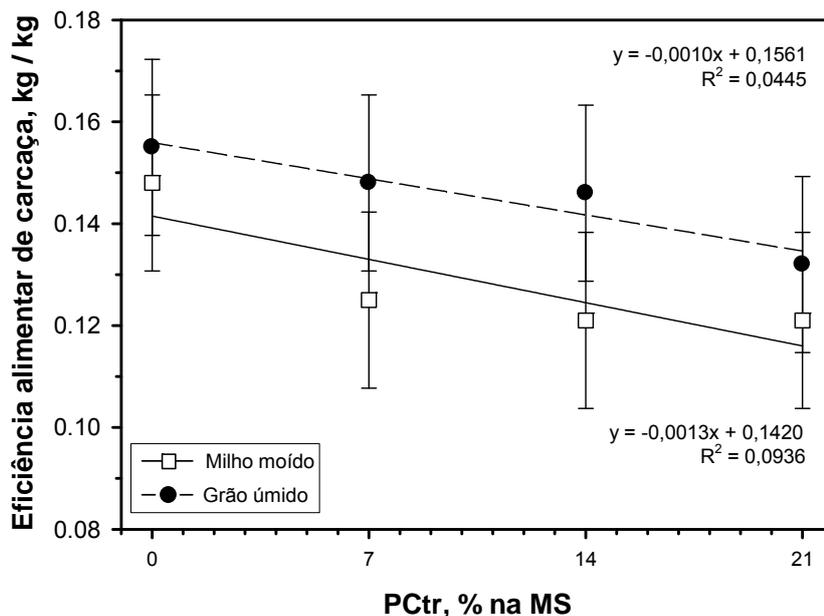


Figura 3.2 – Efeito linear da inclusão de polpa de citros (PCtr) para eficiência alimentar de carcaça ( $P < 0,01$ )

Observa-se que a EGS apresentou efeito linear de PCtr ( $P < 0,001$ ). A medida que aumentou a inclusão de PCtr em substituição ao milho (0, 7, 14 e 21%) houve aumento na EGS (3,26, 3,57, 3,98 e 4,68 mm respectivamente; Figura 3.3). Estes resultados não estão de acordo com os resultados apresentados por Henrique et al. (2004). Estes autores observaram efeito linear da inclusão de PCtr na EGS, entretanto, conforme houve aumento de PCtr na dieta, ocorreu redução na EGS. Vários outros autores afirmam não haver efeito da inclusão de PCtr na dieta para EGS (MOSCARDINI, 2008; PEREIRA et al., 2007; EZEQUIEL et al., 2006; SCHALCH et al., 2001; PRADO et al., 2000; LEME et al., 2000; HENRIQUE et al., 1998). Entretanto, este efeito linear de PCtr para EGS obtido no presente estudo, está condizente com os resultados de eficiência alimentar de carcaça, apresentado acima.

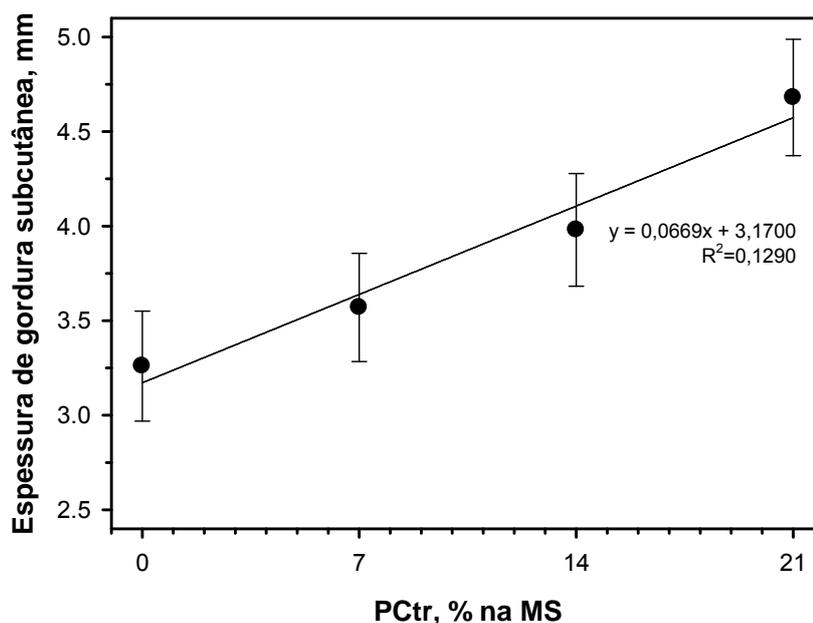


Figura 3.3 – Efeito linear da substituição do milho por de polpa de citros (PCtr) na espessura de gordura subcutânea ( $P < 0,001$ )

Foi observada diferença de PRC ( $P = 0,05$ ), mas não do teor de PCtr ( $P = 0,11$ ) para peso de fígado. O peso de fígado de animais recebendo dietas com milho grão úmido ensilado foi maior em relação ao milho grão seco moído fino (6,57 vs. 6,32 kg). De acordo com os resultados obtidos, Henrique et al. (2007) também observaram fígados mais pesados ( $P < 0,05$ ) para bovinos alimentados com milho grão úmido ensilado em relação ao milho seco moído fino, entretanto os motivos não são compreendidos.

Houve diferença de PRC ( $P < 0,01$ ) para peso de rúmen, sendo que houve maior peso de rúmen para os animais alimentados com milho grão úmido ensilado em relação aqueles recebendo milho seco moído fino (10,04 vs. 9,53 kg, respectivamente). Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos no capítulo anterior.

Ao se avaliar escore ruminal, apesar de não haver diferença de PRC ( $P = 0,52$ ) e PCtr ( $P = 0,41$ ) nota-se que os valores foram elevados para todos os tratamentos quando comparados com os dados obtidos no capítulo anterior. Observa-se que a inclusão de PCtr não promoveu aumento no escore ruminal, uma vez que os animais contendo somente milho na dieta também apresentaram alto escore de rúmen. Estes dados não estão em concordância com os resultados

obtidos por Loggins et al. (1968) que observaram alta incidência de paraqueratose em dietas contendo PCtr e baixo teor de fibra para cordeiros.

Tabela 3.8 - Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PRC), teor de polpa de citros (PCTR) e da interação entre os mesmos (PRC x PCTR) para as variáveis de características de carcaça

Item	Tratamento <sup>1</sup>									Valores de P				
	GU0	GU7	GU14	GU21	MM0	MM7	MM14	MM21	EPM	PRC	PCTR	PCTR <sub>L</sub>	PCTR <sub>Q</sub>	Interação
Peso de carcaça quente, kg	285	285	289	281	294	283	282	281	5,49	0,95	0,43	-	-	0,42
Peso de carcaça fria, kg	280	281	285	276	290	279	278	277	5,41	0,95	0,43	-	-	0,46
Rendimento de carcaça, %	59,4	58,1	59,3	57,4	60,6	58,2	57,7	56,8	2,98	0,78	0,16	-	-	0,74
Rendimento de carcaça no ganho, %	81,4	76,0	81,7	72,9	85,3	74,9	78,0	71,5	12,55	0,88	0,18	-	-	0,91
Ganho de peso de carcaça, kg/dia	1,32	1,34	1,38	1,28	1,44	1,30	1,27	1,27	0,12	0,88	0,54	-	-	0,43
Eficiência alimentar de carcaça, kg/kg	0,155	0,148	0,146	0,132	0,148	0,125	0,121	0,121	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,50	0,65
Área de olho de lombo, cm <sup>2</sup>	62,2	59,9	65,1	62,2	58,5	58,1	60,1	65,5	3,03	0,23	0,10	-	-	0,22
Espessura de gordura subcutânea, mm	3,08	3,68	4,00	4,61	3,44	3,46	3,97	4,74	0,42	0,85	<0,01	<0,001	0,52	0,91
Peso da gordura RPI, kg	3,62	3,67	4,08	3,73	3,65	3,64	3,47	3,89	0,24	0,50	0,84	-	-	0,38
Peso de fígado, kg	6,41	6,75	6,46	6,65	6,08	6,32	6,27	6,63	0,24	0,05	0,11	-	-	0,67
Escore de fígado	0,00	0,14	0,00	0,21	0,00	0,07	0,00	0,07	0,09	0,40	0,27	-	-	0,84
Incidência de abscesso hepático, %	0,0	14,3	0,0	7,1	0,0	7,1	0,0	7,1	0,06	0,65	0,14	-	-	0,89
Peso de rúmen, kg	9,99	10,13	10,02	10,00	9,22	9,12	9,81	9,99	0,37	<0,01	0,34	-	-	0,21
Escore ruminal	2,15	1,38	2,69	2,77	1,38	1,83	2,15	2,38	0,68	0,52	0,41	-	-	0,83

<sup>1</sup> Tratamento: GU0: dieta contendo milho grão úmido ensilado sem inclusão de polpa de citros; GU7: dieta contendo milho grão úmido ensilado e sete unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; GU14: dieta contendo milho grão úmido ensilado e quatorze unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; GU21: dieta contendo milho grão úmido ensilado e vinte e uma unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM0: dieta contendo milho moído sem inclusão de polpa de citros; MM7: dieta contendo milho moído e sete unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM14: dieta contendo milho moído e quatorze unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM21: dieta contendo milho moído e vinte e uma unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; EPM: erro padrão da média; PRC = processamento; PCTR = polpa de citros; PCTR<sub>L</sub> = efeito linear de PCTR; PCTR<sub>Q</sub> = efeito quadrático de PCTR; Interação = interação entre PRC e PCTR; Valores de P inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

### 3.3.3 Parâmetros fecais

Não houve interação entre PRC e PCtr para nenhuma das variáveis analisadas para parâmetros fecais ( $P > 0,72$ ), portanto os efeitos de PRC e de PCtr serão discutidos separadamente.

Os valores médios de cada tratamento e os valores de probabilidade da análise estatística realizada para as variáveis fecais: amido (% na MS); pH; MS (%); densidade (g/mL); energia líquida para manutenção proveniente do milho (Mcal/dia) e energia líquida para o ganho proveniente do milho (Mcal/dia) obtidos ao 47º dia de confinamento, estão apresentados na Tabela 3.9.

Para todas as variáveis fecais avaliadas, não foi observada diferença de PCtr ( $P > 0,36$ ). Entretanto houve diferença de PRC para: amido fecal, pH fecal, MS fecal, energia líquida de manutenção ( $ELm_{\text{milho}}$ ) e energia líquida de ganho provenientes do milho ( $ELg_{\text{milho}}$ ) ( $P < 0,001$ ) e densidade fecal ( $P = 0,02$ ). O aproveitamento de amido foi melhor para animais alimentados com milho grão úmido ensilado, ou seja, estes animais apresentaram menores teores de amido nas fezes em relação ao milho seco moído fino (3,16 vs. 8,63% na MS, respectivamente; Figura 3.4). Estes resultados estão de acordo com os apresentados no capítulo anterior e também apresentam valores similares as recomendações de Owens e Zinn (2005) para milho floculado. Estes autores sugerem que para verificar a qualidade do processo de floculação, os teores fecais de bovinos alimentados com milho floculado devem ser inferiores a 5% na MS.

Carareto (2011) observou maiores teores de amido nas fezes ( $P < 0,001$ ) para animais alimentados com milho laminado (20,03% na MS), diferindo daqueles recebendo milho moído fino (9,68% na MS) e milho grão úmido ensilado (10,20% na MS), sendo que o melhor aproveitamento do amido foi obtido para animais tratados com milho floculado (3,42% na MS). Este maior teor de amido fecal para o milho grão úmido ensilado obtido por este autor difere dos resultados obtidos no presente estudo. Isso pode ser justificado, em função do atraso na colheita do milho mencionado pelo autor.

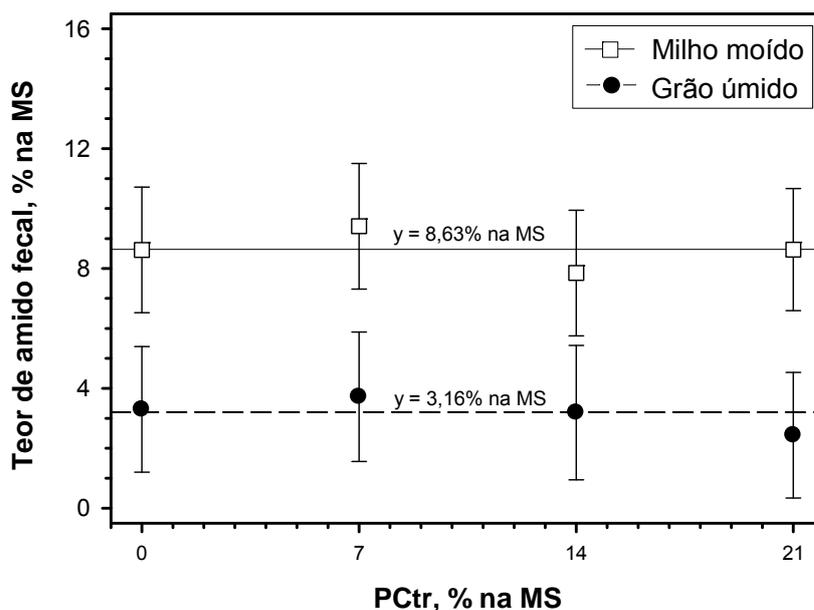


Figura 3.4 – Teor de amido fecal entre os tratamentos, com diferença de processamento ( $P < 0,001$ ), mas não de inclusão de polpa de citros em substituição ao milho grão (PCtr;  $P = 0,93$ )

O pH fecal foi maior em fezes de animais alimentados com milho grão úmido ensilado em relação ao milho grão seco moído fino, sugerindo menor passagem de amido para o intestino (7,02 vs. 6,57, respectivamente). Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos para teor de amido fecal. Desta maneira, como o milho grão úmido ensilado possui menor teor de MS em relação ao milho grão seco moído, observa-se que o teor de MS nas fezes de animais recebendo milho grão úmido ensilado foi menor (13,94 vs. 18,15%, respectivamente). Conseqüentemente a densidade fecal foi menor para o tratamento contendo milho grão úmido ensilado quando comparada com as fezes do tratamento milho grão seco moído fino (0,100 vs. 0,120 g/mL). Com isso, sugere-se que a passagem de milho seco moído para o intestino foi maior em relação ao grão úmido ensilado, concordando com os resultados obtidos para teor de amido fecal, pH fecal e MS fecal. Estes resultados sugerem que o milho grão úmido ensilado é mais efetivo para aumentar a digestibilidade ruminal do amido, sendo que uma menor quantidade atinge o intestino para ser digerido (HUNTINGTON, 1997; COOPER et al., 2002).

Owens e Zinn (2005) também afirmam que o teor de MS é inversamente proporcional ao teor de amido fecal. Entretanto, diferem daqueles obtidos por Channon, Rowe e Herd (2004), que, ao utilizarem cevada laminada como fonte de

amido, observaram que animais mais eficientes apresentam maiores teores de MS fecal e, conseqüentemente, sugeriram haver menores teores de amido nas fezes.

Como os animais alimentados com milho grão úmido ensilado apresentaram menor teor de amido fecal e as ELM proveniente do milho ( $ELM_{\text{milho}}$ ) e ELg proveniente do milho ( $ELg_{\text{milho}}$ ) são estimadas a partir da concentração de amido nas fezes, os valores encontrados para  $ELM_{\text{milho}}$  e  $ELg_{\text{milho}}$  foram superiores quando comparado com aqueles animais alimentados com milho grão seco moído (2,44 vs. 2,34 Mcal/dia e 1,74 vs. 1,64 Mcal/dia, respectivamente). Desta forma, estima-se que ao utilizar o grão umido ensilado as  $ELM_{\text{milho}}$  e  $ELg_{\text{milho}}$  são superiores em 4,3 e 6,1%, respectivamente ao milho grão seco moído fino.

Foi observada correlação entre amido fecal e as variáveis: pH fecal ( $r=-0,45$ ;  $P<0,001$ ) e MS fecal ( $r=0,50$ ;  $P<0,001$ ). Portanto, em função do elevado coeficiente de correlação ( $r$ ) obtido para MS fecal e pH fecal, ambos apresentam-se como bons indicadores para determinar o aproveitamento do amido por bovinos confinados com dietas de alto grão. Contudo, não houve correlação no presente estudo para a densidade fecal ( $r=0,20$ ;  $P=0,07$ ). Observa-se que o coeficiente de correlação para a densidade fecal encontrado no capítulo anterior foi inferior ao coeficiente de correlação das demais variáveis avaliadas (em média  $r=0,36$ ;  $P<0,01$ ). Portanto, a densidade fecal pode não ser uma alternativa confiável para estimar o teor de amido fecal.

Dois ensaios foram realizados por Wheeler e Noller (1977) utilizando bovinos de corte alimentados com dietas apresentando teores de amido superiores a 45% na MS. Estes autores encontraram correlação entre amido e pH fecal mais elevadas que o presente estudo ( $r=-0,82$  e  $r=-0,94$ ;  $P<0,01$ ). Os autores observaram que animais alimentados com cevada apresentaram menores teores de amido e maior pH nas fezes em relação a animais tratados com grãos de milho. Turgeon Jr., Brink e Britton (1983) e Nuñez (2008) também encontraram correlação negativa entre amido fecal e pH fecal ( $r=-0,42$  e  $r=-0,57$ ;  $P<0,05$  e  $P<0,01$ , respectivamente). Ao utilizar 81% de milho laminado nas rações, Depenbusch et al. (2008) observou menores correlações entre amido e pH fecal ( $r=-0,34$ ;  $P<0,05$ ) em relação às observadas neste estudo.

Tabela 3.9 – Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PRC), teor de polpa de citros (PCTR) e da interação entre os mesmos (PRC x PCTR) para as variáveis fecais

Variáveis fecais	Tratamento <sup>1</sup>								EPM <sup>2</sup>	Valores de P		
	GU0	GU7	GU14	GU21	MM0	MM7	MM14	MM21		PRC	PCTR	Interação
Amido, % na MS <sup>†</sup>	3,30	3,72	3,19	2,44	8,62	9,41	7,85	8,63	2,12	<0,001	0,93	0,98
pH <sup>†</sup>	7,12	6,86	7,16	6,93	6,55	6,60	6,74	6,39	0,17	<0,001	0,36	0,80
Matéria seca, % <sup>†</sup>	13,45	13,72	14,75	13,84	18,37	18,04	18,06	18,13	0,82	<0,001	0,90	0,77
Densidade, g/mL <sup>†</sup>	1,099	1,102	1,088	1,109	1,105	1,126	1,121	1,126	0,14	0,02	0,55	0,73
ELm <sub>milho</sub> , Mcal/dia <sup>†</sup>	2,44	2,44	2,44	2,46	2,34	2,33	2,35	2,33	0,04	<0,001	0,99	0,99
ELg <sub>milho</sub> , Mcal/dia <sup>†</sup>	1,73	1,73	1,73	1,75	1,65	1,64	1,65	1,64	0,04	<0,001	0,99	0,99

<sup>†</sup> Tratamento: GU0: dieta contendo milho grão úmido ensilado sem inclusão de polpa de citros; GU7: dieta contendo milho grão úmido ensilado e sete unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; GU14: dieta contendo milho grão úmido ensilado e quatorze unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; GU21: dieta contendo milho grão úmido ensilado e vinte e uma unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM0: dieta contendo milho moído sem inclusão de polpa de citros; MM7: dieta contendo milho moído e sete unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM14: dieta contendo milho moído e quatorze unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; MM21: dieta contendo milho moído e vinte e uma unidades percentuais de polpa de citros em substituição ao milho; EPM: erro padrão da média; PRC = processamento; PCTR = polpa de citros; Interação = interação entre PRC e PCTR; Valores de P inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos; <sup>†</sup>: coletas realizadas no 47º dia de confinamento; ELm<sub>milho</sub>: energia líquida para manutenção proveniente do milho; ELg<sub>milho</sub>: energia líquida de manutenção proveniente do milho.

### 3.4 Conclusões

A ensilagem de grão úmido melhora a eficiência alimentar.

O aproveitamento de amido proveniente do grão úmido de milho ensilado foi maior, sendo o teor de amido fecal 2,7 vezes inferior ao milho grão seco moído fino.

A polpa cítrica não melhorou o desempenho e o aproveitamento de amido por bovinos Nelore. Entretanto, a eficiência alimentar de carcaça foi prejudicada com a adição de polpa cítrica na dieta.

### Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16<sup>th</sup>. ed. Arlington, 1995. v. 2.

BARRETO Jr., R.A.; MINERVINO, A.H.H.; RODRIGUES, F.A.M.L.; ANTONELLI, A.C.; SUCUPIRA, M.C.A.; MORI, C.S.; ORTOLANI, E.L. Avaliação do potencial da polpa cítrica em provocar acidose láctica ruminal aguda em bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 421-428, 2008.

BIGHAM, M.L.; McMANUS, W.R. Whole wheat grain feeding of lambs.V.\* Effects of roughage and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 26, p. 1053-1062, 1975.

BROWN, H.; BING, R.F.; GRUETER, H.P.; McASKILL, J.W.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P. Tylosin and chlortetracycline for the prevention of liver abscesses, improved weight gains and feed efficiency in feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 40, n. 2, p. 207-213, 1975.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso do amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CARARETO, R. **Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento**. 2011. 106 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CARARETO, R.; SANTOS, F.A.P.; MOURÃO, G.; PEDROSO, A.M.; SITTA, C.; SOARES, M.P.; PAULA, M.R.; MARQUES, R.S.; SOARES, M.C. Corn grain processing methods and forage levels in finishing diets for Nelore bulls. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 89, suppl. 1, p. 115, 2011.

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.

COOPER, R.J.; MILTON, C.T.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SCOTT, T.L.; WILSON, C.B.; MASS, R.A. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, p. 797-804, 2002.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SILVA, G.H. **Mais de 170 cultivares transgenicas são disponibilizadas no mercado de sementes do Brasil para a safra 2011/12**. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milo/cultivares/index.php>>. Acesso em: 24 dez. 2011.

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.

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

EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2050-2057, 2006.

FATURI, C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FONTES, N.A.; STIAQUE, M.G.; SILVA, O.G.C. Fibra solúvel e amido como fontes de carboidratos para terminação de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2110-2117, 2006.

FERREIRO, H.M.; PRESTON, T.R. Fattening cattle with sugar cane: the effect of different proportions of stalk and tops. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, v. 3, n. 1, p. 31-38, 1976.

GALYEAN, M.L. Protein levels in beef cattle finishing diets: industry application, university research, and systems results. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, n. 3, p. 2860-2870, 1996.

HAALAND, G.L.; TYRRELL, H.F.; MOE, P.W.; WHEELER, W.E. Effect of crude protein level and limestone buffer in diets fed at two levels of intake on rumen pH, ammonia-nitrogen, buffering capacity and volatile fatty acid concentration of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 55, p. 943-950, 1982.

HALE, W.H. Influence of processing on the utilization of grain (starch) by ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 37, p. 1075-1080, 1973.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V. Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004.

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

HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L.; SIQUEIRA, P.A.; ALLEONI, G.F. Substituição de amido por pectina em dietas com diferentes níveis de concentrado. 1. Desempenho animal e características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1206-1211, 1998.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, p. 852-867, 1997.

KNUDSEN, K.E.B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 67, p. 319-338, 1997.

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

LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; HENRIQUE, W.; ALLEONI, G.F.; BOIN, C. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 834-839, 2000.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v. 57, p. 347-358, 1996.

LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, p. 793-806, 1968.

LOGGINS, P.E.; AMMERMAN, C.B.; MOORE, J.E.; SIMPSON, C.F. Effect of feeding long hay or sodium bicarbonate with ground or pelleted diets high in citrus pulp on lamb performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, p. 745-750, 1968.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MOSCARDINI, M.C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento**. 2008. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

NAGARAJA, T.G.; CHENGAPPA, M.M. Liver abscesses in feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, p. 287-298, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6<sup>th</sup> ed. Washington: National Academy Press, 1984. 90 p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7<sup>th</sup> ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242 p.

NUÑEZ, A.J.C. **Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado**. 2008. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

PEREIRA, E.P.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.M.; COSTA, D.F.A.; IMAIZUMI, H.; BITTAR, C.M.M. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007.

PRADO, I.N.; PINHEIROS, A.D.; ALCALDE, C.R.; ZEOULA, L.M.; NASCIMENTO, W.G.; SOUZA, N.E. Níveis de substituição do milho pela polpa de citros peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2135-2141, 2000.

PRITCHARD, R.H. Bunk management: observations from research. In: PLAINS NUTRITION COUNCIL SPRING CONFERENCE, 1998, College Station. College Station, 1998. p. 68 (Texas A&M Res. and Ext. Publ. AREC, 98-24).

SCHALCH, F.J.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M.A.; BRISOLA, M.L. Substituição do milho grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 280-285, 2001.

SILVA, L.S.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LANNA, D.P.D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.

STOCK, R.A.; SINDT, M.H.; PARROTT, J.C.; GOEDEKEN, F.K. Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, p. 3441-3455, 1990.

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

TONROY, B.R.; PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 39, n. 5, p. 931-936, 1974.

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

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VIJCHULATA, P.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; POTTER, S.G.; PALMER, A.Z.; BECKER, H.N. Effect of dried citrus pulp and cage layer manure in combination with monensin on performance and tissue mineral composition in finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 50, n. 6, p. 1022-1030, 1980.

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

WHEELER, W.E.; NOLEER, C.H. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 44, p. 131-135, 1977.

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

ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, p.1280-1289, 1998.

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



## APÊNDICES



Apêndice A – Imagem da silagem de cana-de-açúcar obtida durante a mensuração do tamanho médio de partícula referente ao experimento avaliando o efeito de processamento (PRC) e do teor de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf)



Apêndice B – Imagem das dietas experimentais obtida durante a mensuração do tamanho médio de partícula referente ao experimento avaliando o efeito de processamento (PRC) e do teor de fibra insolúvel em detergente neutro proveniente de forragem (FDNf)

