

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROCESSAMENTO E ENSILAGEM NO VALOR  
NUTRITIVO DE GRÃOS DE MILHO PARA NOVILHOS EM  
CONFINAMENTO

Autor: Marlon Richard Hilário Da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim  
Coorientador: Mikael Neumann

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Novembro – 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROCESSAMENTO E ENSILAGEM NO VALOR  
NUTRITIVO DE GRÃOS DE MILHO PARA NOVILHOS EM  
CONFINAMENTO

Autor: Marlon Richard Hilário Da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim  
Coorientador: Mikael Neumann

“Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – área de concentração Pastagens e Forragicultura”

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Novembro – 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central – UEM. Maringá-PR, Brasil)

S586p Silva, Marlon Richard Hilário da  
Processamento e ensilagem no valor  
nutritivo de grãos de milho para novilhos  
em confinamento / Marlon Richard Hilário Da  
Silva. -- Maringá, 2015.  
82 f. : il., figs., tabs.

Jobim. Orientador Prof. Dr. Clóves Cabreira  
Coorientador Prof. Dr. Mikael Neumann

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual  
de Maringá, Centro de Ciências Agrárias,  
Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, 2015.

1. Silagem de grãos. 2. Nutrição Animal -  
Ruminantes. 3. Bovinos de corte. 4. Milho  
reidratado. I. Jobim, Clóves Cabreira, orient.  
II. Neumann, Mikael. III. Universidade  
Estadual de Maringá, Centro de Ciências  
Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa  
de Pós-Graduação em Zootecnia. Título.

CDD 636.213 21.ed.

Cicilia Conceição de Maria  
CRB9- 1066  
CC-003157



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PROCESSAMENTO E ENSILAGEM NO VALOR  
NUTRITIVO DE GRÃOS DE MILHO PARA  
NOVILHOS EM CONFINAMENTO**

Autor: Marlon Richard Hilário da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Pastagens e  
Forragicultura

APROVADA em 27 de novembro de 2015.

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde

Prof. Dr. João Luiz Pratti Daniel

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paula Adriana Grande

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim  
(Orientador)

## EPÍGRAFE

*“Há três métodos de ganhar sabedoria: primeiro, por reflexão, que é o mais nobre; segundo, por imitação, que é o mais fácil e terceiro, por experiência, que é o mais amargo.”*

*Confúcio*

*“Na prática diária das pequenas ações está o segredo para as grandes conquistas.”*

*Delia Steinberg Guzmán*

Aos meus pais, José Hilário da Silva e Vanda Luci Pipino, meus exemplos de caráter, dignidade e amor e por serem os responsáveis diretos pela minha formação pessoal e profissional.

Ao meu irmão Michael Hilário da Silva, pelo apoio, amizade e presteza com a qual sempre teve nos momentos mais tempestuosos e difíceis.

### **DEDICO.**

À minha esposa Andréia A. Machado e minha maior riqueza, minha adorada filha Anna Luiza M. H. Da Silva pelo amor, companheirismo, dedicação, apoio e compreensão, pois só nós sabemos as adversidades e dificuldades, mas também as alegrias e conquistas que essa escolha nos proporcionou.

### **OFEREÇO.**

## AGRADECIMENTOS

Primordialmente a Deus, pelo dom da vida e por me conduzir aos meus sonhos segundo Seus planos.

Aos meus pais, José Hilário da Silva (*in memoriam*) e Vanda Luci Pipino, pela doação e amor incondicional, por serem exemplos de vida, trabalho e perseverança e por toda dedicação e esforços desmedidos para que eu pudesse trilhar e desfrutar dessa conquista.

À Universidade Estadual de Maringá e ao Departamento de Zootecnia, por oportunizarem e possibilitarem a realização do doutorado.

Ao Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim, primeiramente pela confiança e oportunidade a mim concedida, pelos valiosos ensinamentos, apoio e orientação na condução e realização desta importante etapa e pelo notável caráter e profissionalismo.

Ao Prof. Dr. Mikael Neumann, pelo auxílio, orientação e ensinamentos oferecidos e oportunizados, mas acima de tudo pela amizade construída sobre os princípios da retidão e respeito e ainda pelo exemplo de conduta profissional.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste, pelo apoio e confiança depositada para que fosse possível o cumprimento das etapas de doutoramento.

Ao Núcleo de Produção Animal (NUPRAN), em especial aos estagiários e pós-graduandos: Guilherme Leão, Egon Horst, Júlio, Mailson, Matheus, Milaine, Marina

Coelho, Leticia, Antonio Serafini entre outros pelo auxílio na condução das etapas aplicadas do projeto, principalmente na rotina do período de confinamento.

Ao Produterra, pelo apoio e por fazer parte do meu crescimento profissional, em especial aos estagiários e a amiga Helcya Ishi pelo constante incentivo, apoio e confiança.

Aos membros do Grupo de Estudos em Silagem e Feno (GESF), pelo auxílio e prestatividade na condução e realização de algumas etapas laboratoriais.

Às empresas Agrária e Cooperaliança, pela parceria e por terem acreditado no projeto, subsidiando o mesmo através dos insumos e dos Animais cedidas.

Ao laboratório de análises de alimentos e ao Grupo de Qualidade e Conservação de Forragens da ESALQ/USP, em especial ao João Daniel pela contribuição nas análises dos produtos da fermentação.

Aos amigos que acompanharam todo o desenvolvimento desta etapa profissional e que sempre compartilharam de apoio, motivação e momentos de descontração: Marcelo Cruz Mendes, Luiz Henrique Vidal, Osnil Camargo, Adenilsom Lima, Leandro Santos, Rodrigo Denner, Nino Scherer e Victor Loureiro.

A todos os amigos e familiares pelo apoio e colaboração.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desse presente trabalho, registro meus sinceros agradecimentos.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Marlon Richard Hilário Da Silva, filho de José Hilário Da Silva e Vanda Luci Pipino Da Silva, nasceu em Campo Mourão, Paraná, no dia 15 de março de 1985.

Em Julho de 2007, concluiu o curso de Medicina Veterinária pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP/ANHANGUERA.

Em Julho de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, em nível de Mestrado, área de concentração: Produção Animal, pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” na Universidade de São Paulo, em Novembro de 2009, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação, obtendo o título de Mestre pela Universidade de São Paulo – USP/ESALQ.

Em maio de 2011, ingressou no corpo docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Centro-Oeste, atuando nas áreas de Produção e Nutrição de Ruminantes.

Em março de 2013, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração: Pastagens e Forragicultura, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Qualidade e Conservação de Forragens.

No dia 27 de Novembro de 2015, submeteu-se à avaliação da tese no programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de doutorado, área de concentração Pastagens e Forragicultura, pela Universidade Estadual de Maringá.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	16
I - INTRODUÇÃO GERAL .....	18
1. Estrutura anatômica, composição química e classificação do grão de milho ...	19
2. Utilização e Processamento de grãos de milho .....	20
3. Grão de milho reidratado e ensilado .....	23
Referências .....	27
III - QUALIDADE DA SILAGEM DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO COM DOIS TAMANHOS DE PARTÍCULAS .....	33
RESUMO .....	33
ABSTRACT .....	33
Introdução .....	34
Material e métodos .....	36
Resultados .....	38
Discussão .....	41

Conclusão .....	43
Referências .....	43
IV - DESEMPENHO PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE NOVILHOS PRECOCES ALIMENTADOS COM SILAGEM DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO .....	47
Introdução .....	48
Material e métodos .....	49
Resultados .....	60
Discussão .....	68
Conclusão .....	74
Referências .....	75
V – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	80

## LISTA DE TABELAS

	Página
<p>III. PERFIL FERMENTATIVO, ESTABILIDADE AERÓBIA E RECUPERAÇÃO DE MATÉRIA SECA EM SILAGENS DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO SOB DOIS PROCESSAMENTOS FÍSICOS</p>	
Tabela 1 – Composição química das silagens de grão de milho finamente moído e reidratado (SMFMR) e grão de milho grosseiramente moído e reidratado (SMGMR) .....	40
Tabela 2 – Perfil fermentativo e estabilidade aeróbica das silagens de grão de milho finamente moído e reidratado (SMFMR) e grão de milho grosseiramente moído e reidratado (SMGMR) .....	41
<p>IV. EFEITO DO PROCESSAMENTO E DA ENSILAGEM DO GRÃO DE MILHO REIDRATADO SOBRE O DESEMPENHO E PARÂMETROS DE CARÇAÇA DE NOVILHOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO</p>	
Tabela 1. Densidade, percentual de matéria seca na abertura do silo e diâmetro geométrico médio da silagem de grãos de milho moídos fino em peneira de 2 mm (SMFR) e silagem de grãos de milho moído em peneira de 6 mm moído (SMMR), reidratados .....	51
Tabela 2 - Composição das dietas experimentais .....	53
Tabela 3. Composição química do grão de milho seco finamente moído em peneira 2 mm (MSF), grão de milho seco moído em peneira 6 mm (MSM), silagem de	

grão de milho finamente moído em peneira 2 mm e reidratado (SMFR), silagem de grão de milho moído em peneira 6 mm, reidratado e (SMMR) e silagem de milho de planta inteira (SM).....	54
Tabela 4. Custo da tonelada (R\$) do grão de milho utilizados nas dietas experimentais .....	59
Tabela 5. Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento físico do milho (PROC), da ensilagem (ENS) e da interação (PROC x ENS) para as variáveis de desempenho animal e consumo de nutrientes .....	64
Tabela 6. Desdobramento dos efeitos de processamento do milho (PROC) e teor de umidade (UM) e da interação entre os mesmos (PROC x UM) para as variáveis de desempenho animal e consumo de nutrientes.....	65
Tabela 7. Porcentagem de amido fecal, digestibilidade total do amido e energia líquida manutenção e de ganho do milho processado através de diferentes métodos .....	66
Tabela 8. Desdobramento dos efeitos de processamento do milho (PROC) e teor de umidade (UM) e da interação entre os mesmos (PROC x UM) para as variáveis Porcentagemde amido fecal,digestibilidadetotaldoamido e energia líquida manutenção e de ganho do milho .....	66
Tabela 9. Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PROC), teor de umidade (UM) e da interação entre os mesmos (PROC x UM) para as variáveis relacionadas as características de carcaça .....	67
Tabela 10. Análise da viabilidade econômica das rações experimentais .....	68

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<p>III. PERFIL FERMENTATIVO, ESTABILIDADE AERÓBIA E RECUPERAÇÃO DE MATÉRIA SECA EM SILAGENS DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO SOB DOIS PROCESSAMENTOS FÍSICOS</p>	
<p>Figura 1. <b>A</b> - Alterações sobre o pH em silagens de grão de milho reidratado durante a exposição aeróbica. <b>B</b> - Alterações sobre a temperatura em silagens de grão de milho reidratado durante a exposição aeróbica .....</p>	41
<p>IV. EFEITO DO PROCESSAMENTO E DA ENSILAGEM DO GRÃO DE MILHO REIDRATADO SOBRE O DESEMPENHO E PARÂMETROS DE CARÇAÇA DE NOVILHOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO</p>	
<p>Figura 1 - Consumo de matéria seca dos tratamentos milho seco finamente moído (MSF), milho seco moído seco (MSM), silagem de grão de milho finamente moído reidratado (SMFR) e silagem de grão de milho moído reidratado (SMMR) .....</p>	62
<p>Figura 2 - Consumo de matéria seca (kg/dia) em relação à umidade (seco ou reidratado) e processamento (fino e grosso) .....</p>	62
<p>Figura 3 - Ganho de peso diário médio dos tratamentos milho seco finamente moído (MSF), milho seco moído (MSM), silagem milho finamente moído reidratado (SMFR) e silagem milho moído reidratado (SMMR) do grão de milho .....</p>	62

Figura 4 - Ganho de peso diário (kg/dia) em relação à umidade (seco ou reidratado) e processamento (fino e grosso) do grão de milho .....	62
---	----

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da reidratação e ensilagem do grão de milho com dois tamanhos médios de partícula com vistas a elucidar os efeitos sobre a qualidade, recuperação de matéria seca, produção de ácidos orgânicos e resposta quanto a estabilidade aeróbia e pH sob condições de exposição ao oxigênio, além da resposta sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e viabilidade econômica na terminação de novilhos precoces terminados em confinamento. **Experimento I** – Consistiu em avaliar o efeito de dois processamentos físicos através da moagem do grão de milho seco, em peneiras com crivos de 2 e 6 mm, gerando dois materiais com diâmetro geométrico médio de 0,60 e 1,85 mm, seguido de reidratação com água do grão moído e aplicação de inoculante microbiano, reconstituindo a umidade a valores próximos à 35%. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado sendo dois tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram definidos como sendo silagem de milho finamente moído e reidratado (SMFR) e silagem de milho moído e reidratado (SMMR). Foram utilizados silos experimentais (mini bags) com capacidade para 1000 g e ensilados em embaladora a vácuo. Os silos permaneceram em sala fechada com temperatura ambiente até o momento da abertura, quando foram analisados os materiais quanto a estabilidade e produção de ácidos orgânicos. Não houve efeito sobre a recuperação de MS, no entanto verificou-se uma excelente taxa de recuperação, com valores superiores a 97% em ambas as silagens. Houve influência da granulometria ( $p < 0,05$ ) sobre a porção fibrosa (FDN e FDA), com valores inferiores sendo observados dessa maneira para a SMFR. A concentração de ácido acético e láctico foram maiores para a SMFR, resultado da maior fermentabilidade observada sem, no entanto promover alterações sobre o pH, o qual foi diferente apenas na fase de exposição ao oxigênio, com

valores de 4,25 e 4,38 para a SMFR e SMMR, respectivamente. Após a abertura, ambas as silagens demonstraram excelente estabilidade aeróbia, acima de 120 horas, promovendo dessa maneira menor atividade de espoliação e por consequência menor perda de qualidade. De maneira geral as silagens de grão de milho reidratado apresentaram melhorias sobre o processo fermentativo e sobre a estabilidade, com vantagens para a SMFR com superioridade sobre a SMMR. **Experimento II** – Neste trabalho, os objetivos foram de avaliar o efeito do grau de moagem, reidratação e ensilagem do milho sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e viabilidade econômica comparada ao milho seco moído em duas granulometrias em dietas para bovinos de corte em terminação. Foram utilizados 40 novilhos cruzados com média de idade inicial de 13 meses e peso inicial de 374 kg. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 (dois teores de umidade e dois processamentos do milho grão) e testados os seguintes tratamentos: grão de milho seco finamente moído (MSF); grão de milho seco moído (MSM); silagem de grão de milho finamente moído em peneira de 2 mm e reidratado (SMFR) e silagem de grão de milho moído em peneira de 6 mm e reidratado (SMMR), perfazendo 38% da dieta total, constituída ainda de 50% de silagem de milho e 12% de concentrado. Não houve efeito do teor de umidade e processamento dos grãos sobre o ganho de peso diário e peso final nos novilhos avaliados. Verificaram-se diferenças e melhorias na conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) para os novilhos dos tratamentos com silagem de grãos de milho reidratados (SMFR e SMMR). O consumo de matéria seca foi menor para os tratamentos com silagem de grãos de milho reidratados, justificando dessa maneira os resultados obtidos para CA e EA, haja vista que os novilhos dos tratamentos com inclusão de milho reidratado tiveram GPD semelhantes aos com inclusão de milho seco na dieta. O processamento para obtenção de milho seco fino e o processo de ensilagem melhoraram a digestibilidade do amido, assim como diminuíram o teor de amido fecal. Houve também aumento da EL manutenção e ganho para o processamento fino e para a ensilagem, comparado ao milho seco moído. Para as características de carcaça foram constatadas diferenças para o peso de carcaça quente, rendimento de carcaça no ganho e ganho de peso de carcaça, com destaques para os tratamentos MSF e SMMR, com médias superiores aos demais. A silagem de grão de milho moído em peneira de 6 mm e reidratado (SMMR) apresentou melhor viabilidade econômica, em razão do desempenho produtivo e características de carcaça, mesmo o método de reidratação e ensilagem sendo mais oneroso. Os resultados sugerem que a silagem de

grão de milho moído e reidratado (SMMR) pode ser usada na terminação de bovinos de corte, com incrementos produtivos e econômicos em relação ao grão seco.

**Palavras-Chave:** amido, bovinos de corte, processamento, reidratação de grãos, silagem de grãos

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of rehydration and ensiling of corn grain with two average particle sizes in order to elucidate the effects on the quality, dry matter recovery, production of organic acids, aerobic stability and pH under conditions of exposure to oxygen, in addition to response on performance, carcass characteristics and economic viability in termination of young bulls finished in feedlot. **Experiment I** – It has consisted in evaluating the effect of two physical processes through the dry corn milling, in two or six mm sieves generating two materials with geometric mean diameter of 0.60 and 1.85 mm, followed by rehydration with water from the ground grain and application of microbial inoculant, reconstituting the moisture until values close to 35%. The design was completely randomized with two treatments and six replicates. The treatments were defined - silage of corn grain finely ground and rehydrated (SCFR) and silage of corn grain ground and rehydrated (SCGR). Experimental silos were used (mini bags) up to 1000 g and silage wrapping in vacuum. The silos remained at room closed until ambient temperature at moment of opening, when the materials as stability and production of organic acids were analyzed. There was no effect on the dry matter recovery, however there was an excellent recovery rate, with values greater than 97% in both silages. There was influence of the particle size ( $p < 0.05$ ) on the fibrous portion (NDF and ADF), with lower values being observed in this manner for SCFR. The concentration of acetic and lactic acid was increased for SCFR, due to higher fermentability observed, without further amendments on pH, which was different only in the oxygen exposure phase, with values of 4.25 and 4.38 for SCFR and SCGR respectively. After opened both silages showed excellent aerobic stability above

120 hours, thus promoting minor theft activity and therefore minor losses of quality. Generally corn grain silages rehydrated showed improvements over the fermentation process and the stability, with benefits for SCFR with superiority over SCGR.

**Experiment II** - This trial aimed to evaluate the effect of milling, rehydration and silage of corn grain on growth performance, carcass characteristics and economic viability in comparison with the dry corn grain in two different particle sizes in diet of beef cattle in termination. For that 40 crossed steers with initial average age of 13 months and initial weight of 374 kg were used. The design was completely randomized in a 2x2 factorial arrangement (two moisture contents and two corn sources) and tested the following treatments: dry corn grain finely ground (DCFG); dry corn grain ground (DCG); silage of corn grain finely grounded and rehydrated (SCFR) and silage of corn grain grounded and rehydrated (SCGR), accounting for 38% of the total diet also consisting of 50% corn silage and 12% concentrate. There was no effect of treatment, moisture content and processing ( $P>0.05$ ) on the average daily gain (ADG) and final weight. There were differences on feed conversion (FC) and gain: feed rate (G:F) for young steers at treatments with silage of corn grain rehydrated (SCFR and SCGR). The dry matter intake was lower for treatments silage rehydrated corn, justifying this way the results obtained for FC and G:F. There is a view that the steers of treatments with inclusion of silage of grain rehydrated had similar ADG with inclusion of dry corn in the diet. The process used to obtain fine dry corn silage improved starch digestibility as well as decreased fecal starch. There was also increased NE maintenance and gain for finely processing and silage, compared to dry ground corn. For carcass characteristics differences ( $p<0.05$ ) were observed for hot carcass weight, carcass yield in gain and weight gain of carcass, with highlights for treatments DCFG and SCGR, with better averages. The silage of corn grain grounded and rehydrated (SCGR) presented better economic viability, due to the productive performance and carcass merits, even the method of rehydration and silage being more expensive. The results suggest that silage of corn grain grounded and rehydrated (SCGR) can be used in termination for obtaining productive and economic increments.

**Keywords:** starch, beef cattle, young steers, processing grain, rehydrated grains, grain silage

## I - INTRODUÇÃO GERAL

A cadeia produtiva do milho situa-se entre as mais importantes do agronegócio brasileiro, respondendo de acordo com Caldarelli (2012) por 37% da produção nacional de grãos. A demanda sobre essa *commodity* é crescente, reforçando o potencial deste cereal, tanto em termos produtivos, quanto econômicos.

Mesmo diante deste cenário favorável, há inúmeros problemas relacionados a este setor, e principalmente à cadeia produtiva do milho, tais como baixa produtividade por área, problemas de logística e comercialização, flutuação e falta de clareza na formação dos preços, pressão e barreiras agrícolas. No tocante à produção animal, trata-se de um importante ingrediente energético utilizado amplamente nos sistema de produção de bovinos. Porém, há abertura para outras problemáticas, como a inconstância na qualidade nutricional e, por consequência, na produtividade animal (Silva et al., 2015).

Sobre os aspectos ligados à textura do endosperma, dentre os mais comuns, destaca-se o tipo duro (*Flint*) o qual é majoritariamente produzido no Brasil, sendo este considerado de baixa degradabilidade, devido à vitreosidade e o tipo mole (dentado) o qual apresenta efeitos positivos sobre a degradabilidade e aproveitamento (Corrêa et al., 2002; Andrade Filho et al., 2010).

Segundo Hoffman e Shaver (2009) os principais fatores que determinam o potencial de digestibilidade do milho são o tamanho de partícula, o teor de umidade e a vitreosidade do endosperma, sendo esta definida pelo teor de prolamina. O tamanho de partícula é determinado pela mensuração através do sistema de peneiras (Baker e Herrman, 2002). De acordo com Owens e Basalan (2013), o aumento do tamanho de partícula do grão proporciona a redução na digestibilidade do amido no trato digestório total, sendo, portanto fator fundamental no aproveitamento deste nutriente. Nesse

contexto, o processamento dos grãos visa maximizar o aproveitamento do amido, proporcionando maior disponibilidade energética, uma vez que este é um dos principais limitantes na produção de bovinos de corte (Zinn et al., 2002). Portanto, os métodos de processamento são fundamentais e podem ser classificados desde processamentos de moagens mais grosseiras a processamentos mais eficientes e otimizadores, tais como, a floculação e a ensilagem de grãos úmidos, provenientes da colheita em estágio precoce a maturação do grão ou a reidratação com reconstituição do teor de umidade (Hicks e Lake, 2012; Owens e Basalan, 2013; Pereira, 2013; Silva et al., 2015).

A ensilagem de grãos de milho reidratados apresenta-se como uma alternativa, com premissas a sanar e minimizar algumas problemáticas corriqueiras nos sistemas de produção que utilizam o milho para bovinos. Com esse método é possível reduzir ou eliminar custos com taxas, impostos, transporte, frete e armazenamento, bem como reduzir perdas por ataques de insetos e roedores, o que é muito comum no armazenamento. Além disso, existe a possibilidade de compra do milho em períodos de flutuações favoráveis de preço, principalmente no período de safra, com apelo econômico, proporcionando a diminuição dos custos de produção em bovinos.

### **1. Estrutura anatômica, composição química e classificação do grão de milho**

Os grãos do milho são, geralmente, amarelos ou brancos, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho. O peso individual do grão varia, em média, de 250 a 300 mg e sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo. Conhecido botanicamente como uma cariopse, o grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta, as quais diferem em composição química e também na organização dentro do grão. O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra quase a totalidade dos lipídeos (óleo e vitamina E) (83%) e dos minerais (78%) do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas (26%) e açúcares (70%) (Paes et al., 2006).

O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão que é constituído principalmente de amido (88%) e organizado na forma de grânulos. No endosperma estão também presentes as proteínas de reserva (8%) do tipo prolaminas, chamadas zeínas. Essas proteínas formam os corpos proteicos que compõem a matriz

que envolve os grânulos de amido dentro das células no endosperma. Com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína, o endosperma é classificado em dois tipos: farináceo e vítreo. A denominação vítreo/farináceo refere-se ao aspecto dos endospermas nos grãos quando sujeitos à luz. Essa propriedade tem sido aplicada para a identificação de materiais duros e farináceos, embora a vitreosidade e a dureza sejam distintas propriedades (Lee et al., 2005; Paes et al., 2006; Vasconcelos et al., 2013).

Baseadas nas características do grão existem cinco classes ou tipos de milho: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce. No Brasil há o predomínio do cultivo de híbridos de milho do tipo duro (*flint*), o qual apresenta reduzida degradabilidade ruminal quando comparado ao milho tipo dentado (mole) hegemônico em países de clima temperado. A principal diferença entre os tipos de milho é a forma e o tamanho dos grãos que são definidos pela estrutura do endosperma e o tamanho do gérmen. Milhos duros diferem dos milhos farináceos e dentados na relação de endosperma vítreo: endosperma farináceo (Oliveira et al., 2007; Vilela et al., 2008).

Nos milhos dentados, o endosperma farináceo concentra-se na região central do grão, entre a ponta e o extremo superior. Nas laterais dessa faixa e no verso do grão está localizado o endosperma vítreo. Durante a secagem do grão, o encolhimento do endosperma farináceo resulta na formação de uma indentação na parte superior do grão, caracterizando o milho como dentado. O milho duro possui um volume contínuo de endosperma vítreo, que resulta em grãos lisos e mais arredondados, com uma aparência dura e vítrea. Nos grãos do tipo farináceo, existe a mesma indentação do milho dentado, porém o endosperma é completamente farináceo, resultando em uma aparência opaca (Subramanian, 1994; Farahnaky, 2013; Yu et al., 2015).

## **2. Utilização e Processamento de grãos de milho**

O valor alimentício de um alimento está relacionado a três fatores: teor de nutrientes, ingestão e digestibilidade (Harmon e McLeod, 2005). As características químicas e físicas dos grãos são responsáveis pelas alterações na digestibilidade, mas principalmente pela aceitabilidade (palatabilidade e interesse do animal), além dos efeitos associativos (interação concentrado:volumoso, adaptação alimentar e status fisiológico) que irão afetar a digestibilidade no trato digestório. Dessa forma, os métodos de processamento são empregados para aprimorar a utilização de grãos, especialmente em relação à digestibilidade e a aceitabilidade, de forma a minimizar os

impactos negativos relacionados às mudanças no pH do rúmen ou mesmo sobre distúrbios metabólicos.

Nestes últimos anos têm sido demonstrados os benefícios do processamento dos grãos de cereais, proporcionando aumento na digestibilidade ruminal do amido, e com isto, propiciando mais energia disponível para o desenvolvimento da população microbiana o que resultou em maior produção de AGCC. Entre os processamentos empregados, os químico-físicos, como a floculação ou a ensilagem com alta umidade, têm se mostrado bastante eficientes (Zinn, 1990; Owens, 1997).

De acordo com revisão de Zinn et al. (2002), os métodos de processamento basicamente envolvem redução do tamanho de partícula ou mudança física, com ou sem adição de água ou vapor (tratamentos térmicos). A moagem ou a laminação do milho, com ou sem adição de água, são os métodos mais comumente utilizados para a alimentação de ruminantes, podendo ser empregado mais de um método para melhorar a eficiência sobre a digestibilidade. Grãos provenientes de colheitas antecipadas (grão úmido) ou reidratados para a adequada fermentação durante as etapas de ensilagem devem possuir umidade entre 24 e 45% para que sejam efetivas as contribuições sobre a digestibilidade através da fermentação. No entanto, nos métodos de laminação ou floculação, os grãos serão submetidos a tratamento térmico (vapor) seguido de laminação (passagem por cilindros) e gelatinização (floculação) com o intuito de promover a quebra da matriz proteica e disponibilizar o conteúdo de amido, contribuindo consideravelmente para o aumento na digestibilidade do grão.

Portanto, a principal razão para o processamento de milho é aumentar o valor nutritivo e aproveitamento dos grãos na alimentação. A digestão de amido no trato total é semelhante para o grão processado grosseiramente (laminando, quebrado) e milho seco inteiro. Porém, estudos evidenciam que há melhorias na digestão do amido devido à laminação ou moagem, comparado com o milho inteiro na alimentação de novilhos de corte confinados (Zinn et al. 2011). A taxa média de digestão no trato total é semelhante entre os processamentos, tanto os que utilizam técnicas a seco (laminado a seco, moagem), vapor (floculação, laminação com umidade) ou ensilado, no entanto, a proporção de amido digerido no rúmen é maior (cerca de 8%) para o milho com processamento a vapor e ensilado.

Os valores referentes à energia líquida de manutenção (ELm) e energia líquida de ganho (ELg) para o milho são 2,11 e 1,44 Mcal/ kg, respectivamente. A resposta quanto ao desempenho em bovinos de corte confinados alimentados com milho com maior teor

de umidade é altamente variável, mesmo com ligeiro aumento no valor da ELM (2,16 Mcal/kg) e ELG (1,54 Mcal/kg), quando comparado o milho de alta umidade ensilado ao milho seco (Archibeque et al., 2011).

O emprego de maiores quantidades de grãos de cereais na dieta de bovinos em confinamento baseia-se no fato dos mesmos serem ricos em amido, e este ser o principal responsável pela energia necessária para a manutenção e crescimento das bactérias ruminais. Por sua vez, os microrganismos do rúmen, através de suas vias metabólicas de extração de energia, produzem principalmente os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) que segundo Van Soest (1994), suprem mais de 85% das exigências energéticas do animal.

Entre os fatores que afetam o crescimento e a eficiência das bactérias ruminais, a energia e a proteína são os principais. Contudo, outros fatores contribuem com a fermentação ruminal, como o pH e a taxa de passagem, que por sua vez são determinados pelo nível de consumo, sistema de alimentação, tamanho de partícula, qualidade e proporção do volumoso na dieta total, tipo e processamento dos carboidratos dos alimentos (Van Soest, 1994).

O grau de processamento e o tipo do grão influenciam o sítio e a extensão da sua digestão pelos ruminantes (Owens et al., 1986). Conforme descrito por Owens e Zinn (2005) há necessidade de avaliar o local e extensão da digestão do amido, os fatores primários são: 1) porcentagem de amido na dieta aparentemente digerido no rúmen, 2) porcentagem de amido que flui para fora do rúmen que foi digerido nos intestinos, 3) digestão do amido no trato total e 4) local de digestão do amido (fração de amido degradado no rúmen e digerido no trato total).

A digestão do amido no trato total possui ampla variação, principalmente em bovinos de corte confinados, sendo de 87 a 99%. Do grão de milho, 60 a 80% é representado pelo amido, substanciando os benefícios adicionais do processamento para o aumento na digestão dos grãos e até mesmo das dietas totais com elevação na adição do mesmo. A eficiência de digestão do amido, que visa a diminuição das perdas de energia, dependerá dos locais onde ocorrerão. Por exemplo, se o amido for fermentado no rúmen, os microrganismos utilizarão a energia para a síntese de proteína para o ganho de peso, manutenção e demais funções relacionadas à fisiologia do mesmo. No entanto, se o amido for digerido no intestino delgado, a perda de energia durante a fermentação no rúmen (metano e incremento calórico) será evitada, enfatizando o interesse em definir e mitigar os locais de digestão do amido.

A extensão da fermentação ruminal do amido é mais baixa para as vacas leiteiras do que para os bovinos de corte confinados, todavia pós-rúmen, a taxa de desaparecimento é similar, indicando que há fatores semelhantes que provavelmente limitam a digestão do amido pós-ruminal. A digestão do amido de milho úmido ensilado é consistentemente elevada devido à extensa taxa de desaparecimento do amido tanto no rúmen como intestinos.

Alguns autores têm sugerido que a digestibilidade do amido intestinal diminui quando a passagem para os intestinos aumentam (Knowlton et al., 1998; Elizalde et al., 1999; Corona; Owens; Zinn, 2006; Szasz et al., 2007). Porém, pode ser contrastante, pois de acordo com Dew et al. (2001) a digestão pós-ruminal não diminuiu com a passagem de amido para o intestino delgado quando o influxo para o abomaso aumenta. Verificou-se ainda que a taxa de desaparecimento de amido abomasal em grãos de milho de alta umidade, laminação a vapor (ou floculação), laminado a seco e grão de milho inteiro foram em média 84, 82, 80 e 29%, respectivamente. Em fluxos elevados de amido para o abomaso (6 kg/dia) não houve redução na fração de amido digerido pós-rúmen. No entanto, a baixa digestão pós-ruminal do amido proveniente de milho inteiro (29%) indica que as partículas muito grandes são mal digeridas no intestino. Esse comportamento está de acordo com a afirmativa de Cone et al. (1989), de que o tamanho de partícula influencia os padrões de fermentação ruminal, produção microbiana e eficiência da utilização do amido e outros nutrientes no rúmen.

### **3. Grão de milho reidratado e ensilado**

Devido ao predomínio do cultivo de milho do tipo “duro” no Brasil, faz jus o emprego de estratégias diligentes de processamento e/ou fermentação com vistas a melhorar a disponibilidade e degradabilidade do amido no rúmen.

A silagem de milho de grão úmido é uma fonte importante de alimento tanto para ruminantes quanto para monogástricos. Os grãos são colhidos quando atingem a maturidade fisiológica e na sequência são preparados através de técnicas de processamento para a ensilagem. O uso do milho em forma de silagem de grãos úmidos em rações para bovinos tem sido uma alternativa importante, com várias vantagens em relação ao milho seco: ausência de taxas e impostos sobre o produto, ausência de perdas econômicas com transporte, frete e desconto sobre a umidade, menor custo de armazenamento, antecipação do período de colheita e menores perdas por ataques de roedores e insetos. No entanto, para obter resultados otimizados no uso desta tecnologia

é necessário o emprego de técnicas agronômicas adequadas, além do investimento em maquinários e implementos para este fim, o que pode onerar e aumentar os custos finais do produto.

Outra técnica, ainda remotamente utilizada na alimentação de bovinos, refere-se à reidratação do grão de milho seco. Os grãos são submetidos a processamento físico e, após o processamento, é realizada a hidratação do grão com o intuito de obter um produto com umidade entre 30 e 40%, sendo necessário executar e respeitar as diretrizes no que refere-se as etapas de compactação, vedação e princípios de fermentação e estabilidade aeróbia pós-abertura.

Segundo Kung et al. (2007) a fermentação tanto de grãos úmidos quanto de grãos de milho reidratados e ensilados, podem ser restritas e pouco efetivas, devido à baixa umidade, baixo teor de açúcares fermentescíveis e ainda diminuição de bactérias epifíticas (Pahlow et al. 2003; Muck, 2010). Os somatórios desses fatores podem culminar em diminuição na quantidade de ácidos orgânicos totais e significativas perdas de matéria seca durante a fase fermentativa.

Além disso, as leveduras são capazes de converter o amido em etanol durante a fase de fermentação, e isto pode reduzir a qualidade da silagem (McDonald et al., 1991) e ainda em condições aeróbias as leveduras podem assimilar o ácido lático, potencializando a deterioração da silagem (Woolford, 1990; Ruppel et al., 1995; Weinberg e Ashbell, 2003). Como resultados, os materiais podem apresentar baixa estabilidade aeróbica, bem como diminuição do valor nutricional, sendo ainda agravado quando as etapas de ensilagem não são meticulosamente realizadas, tanto em termos operacionais (Silva et al., 2015) quanto relacionadas às práticas qualitativas e sanitárias (Adesogan, 2009).

A umidade no grão de milho ensilado propicia, durante a fase fermentativa, a ocorrência de proteólise da matriz proteica, podendo resultar em maior disponibilidade de nutrientes. Além disso, pode possibilitar o aumento da digestibilidade do amido, melhorando dessa forma a eficiência no uso do grão de milho úmido ou reidratado ensilado, assegurando melhor desempenho e otimização quando do uso em dietas de bovinos (Goodrich; Byers; Meiske, 1975; Henrique et al., 2007). Corroborando com esta hipótese, Philippeau e Michalet-Doreau (1997) relataram que a ensilagem de grãos aumenta a degradação ruminal de amido e que esse processo de conservação poderia aumentar a acessibilidade de grânulos de amido por micro-organismos do rúmen, uma vez que as proteínas hidrofóbicas são parcialmente degradadas.

Neste contexto, a ensilagem de grãos de milho reidratados, com níveis de umidade adequados, pode melhorar o perfil fermentativo (Ward, 2000) e ainda contribuir com melhoras sobre a estabilidade aeróbia mesmo com teores de umidade variando de 30 a 40%. De acordo com o trabalho realizado por Rezende et al. (2014), avaliando o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia em milho submetido à reidratação (níveis variados de água: 30%, 35% e 40%) houve melhora na estabilidade aeróbia, com média de 40 h de exposição ao ar para perda da estabilidade aeróbia.

Benton et al. (2009) verificaram melhora na degradabilidade da proteína e na digestibilidade da matéria seca em bovinos confinados recebendo dietas com milho reconstituído quando comparado ao grão laminado a seco e a silagem de grão de milho úmido. Da mesma forma, Pereira et al. (2011) verificaram que a degradabilidade da matéria seca de milho moído fino reidratado (71,6%) e sorgo moído fino reidratado (67,1%) foi melhor, em função do processo de reconstituição com 38% de umidade dos grãos, quando comparada os grãos secos, milho moído fino (42,8%) e sorgo moído fino (41,1%).

Com relação ao desempenho animal, Reis et al. (2001) verificaram que ovinos que consumiram concentrado com 100% de silagem de grãos de milho úmidos ou 100% silagem de grãos de milho reidratados em substituição aos grãos de milho secos, apresentaram maior eficiência em ganho de peso, atingindo o peso de abate mais rapidamente, e associaram estes efeitos à maior digestibilidade da silagem de grãos de milho úmidos.

Milton et al. (2000), avaliando a substituição de milho seco ou laminado por milho reidratado na dieta de bovinos de corte confinados, não observaram diferenças sobre os parâmetros de carcaça marmoreio e gordura subcutânea e sobre desempenho. Nesse estudo verificou-se menor consumo de matéria seca por dia ( $p < 0,05$ ) para o tratamento com reidratação de milho sem, no entanto, afetar o ganho de peso diário dos animais.

Macken et al. (2004) não observaram diferenças sobre o desempenho de bovinos de corte em dois experimentos avaliando a substituição de farelo de milho seco por reidratado, assim como o milho laminado e floculado com ou sem reidratação. Nos dois estudos foram verificados comportamentos semelhantes no tocante ao ganho de peso e a conversão alimentar. Embora sem diferença significativa ( $p > 0,05$ ), verificou-se que houve tendência na diminuição do consumo de matéria seca ( $p = 0,07$ ), presumindo que o milho reidratado apresenta maior concentração de ácidos orgânicos e isso pode

ocasionar a diminuição do consumo. No entanto, o desempenho animal não foi afetado, possivelmente devido a maior disponibilidade e digestibilidade, principalmente do amido, elevando dessa forma a disponibilidade de energia metabolizável (EM), assim como a energia líquida para ganho de peso (ELg) (Owens et al.,2002).

## Referências

(Normas da revista Ciência e Agrotecnologia - ISSN: 1413-7054)

ADESOGAN, A.T. Challenges of silage production in the tropics. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE 15, 2009, Madison **Proceedings...** Madison, 2009.

ANDRADE FILHO, R.; REIS, R.B.; PEREIRA, M.N; ANTENOR, M. Degradabilidade ruminal *in situ* de grãos de milho maduros do tipo flint ou dentado, secos ou reconstituídos e ensilados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Bahia: [s.n.] 2010. (Resumo).

ARCHIBEQUE, S. L.; MILLER, D. N.; FREELY, H.C. Feeding high-moisture corn instead of dry-rolled corn reduces odorous compound production in manure of finishing beef cattle without decreasing performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, 84, p. 1767–1777, 2006.

BAKER, S.; HERMAN, T. Evaluating particle size. Kansas State: University, 2002. Publication MF-2051. Disponível em: <http://www.ksre.ksu.edu/library/grsci2/mf2051.pdf>, acesso em: 17 de julho de 2015.

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 Cattle Report** (File MP83-A, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2009.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova economia**, Belo Horizonte, v. 22, p.141-164, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010363512012000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010363512012000100005&lng=en&nrm=iso)>. Access on 17 July 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512012000100005>.

CONE, J.W.; CLINE-THEIL, W.; MALESTEIN, A.; KLOOSTER, A.T. van. Degradation of starch by incubation with rumen fluid: a comparison of different starch sources. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.49, p.173-178, 1989.

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.

CORRÊA, 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 Animal Science**, Savoy, v.85, p.3008-3012, 2002.

DEW, P.F., M.S. BROWN, N.A. COLE, C.D. DRAGER. Effects of degree of corn processing on site and extent of digestion by beef steers. **Beef Cattle Research in Texas** pp. 44-49, 2002.

ELIZALDE, J.C.; MERCHEN, N. R.; FAULKNER, D. B. Sites of organic matter, **fiber and starch digestion in steers fed fresh alfalfa and supplemented with increased levels of cracked corn**, 1999. Acesso em 07 de mar de 2015. <<http://www.traill.uiuc.edu/uploads/beefnet/papers/SitesOrganicMatter.pdf>>

FARAHNAKY, A.; ALIPOUR, M.; MAJZOABI, M. Popping properties of corn grains of two different varieties at different moistures. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 15, n. 4, p. 771-780, 2013.

GOODRICH, R.D.; BYERS, F.M.; MEISKE, J.C. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 41, n. 3, p. 876-881, 1975.

HARMON, D.L. and K.R. McLeod. **Factors influencing assimilation of dietary starch in beef cattle**. Plains Nutrition Council Meeting, Texas A&M University AREC 05-20, p. 69-89, 2005.

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.

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

HOFFMAN, P.C; SHAVER, R.D. UW- **Feed Grain Evaluation System**. Disponível em: <http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/WisconsinFGES.pdf>. Acesso em: 17 de julho de 2015.

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

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v.22, p.178-190, 1992.

LEE, K. M.; HERRMAN, T. J.; LINGENFELSER, J.; JACKSON, D. S. Classification and prediction of maize hardness-associated properties using multivariate statistical analyses. **Journal of Cereal Science**, v. 41, p.85-93, 2005.

McCLEARY, B.V.; SOLAH, V.; GIBSON, T.S. Quantitative measurement of total starch in cereal flours and products. **Journal of Cereal Science**, v.20, p.51-58, 1994.

MACKEN, C. N.; ERICKSON, G. E., KLOPFENSTEIN, T. J.; MILTON, C. T. AND STOCK, R. A. Effects of dry, wet, and rehydrated corn bran and corn processing method in beef finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, p.3543–3548, 2004.

MILTON, T.; KLOPFENSTEIN, T. J.; JORDON, D. J.; COOPER, R.; AND STOCK, R. Effect of Dry, Wet, or Rehydrated Corn Bran on Performance of Finishing Yearling Steers. **Nebraska Beef Cattle Reports**. Paper 382, 2000.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.183-191, 2010 (supl. especial).

OLIVEIRA, J.P. de; CHAVES, L.J.; DUARTE, J.B.; BRASIL, E.M.; RIBEIRO, K. de O. Qualidade física do grão em populações de milho de alta qualidade proteica e seus cruzamentos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.233-241, 2007.

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

OWENS, F.N. and R.A. ZINN.. Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion. **Southwest Nutrition Conference of University of Arizona**. p.78-85, 2005. <http://animal.cals.arizona.edu/swnmc/2005/index.htm>

OWENS, F.N.; HINDS, M. A.; RICE ,D.W.. Methods for calculating diet energy values from feedlot performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, 80(Suppl. 1), p.273, 2002 (Abstr.).

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; JEFF HILL, W. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.75, p.868-79, 1997.

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

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. EMBRAPA Milho e Sorgo, Circular Técnica 75, Sete Lagoas, MG, Dezembro, 2006, 6p.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; OUDE-ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (Eds.), **Silage Science and Technology**. **American Society of Agronomy**, Madison, WI, p.31–93, 2003.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 68, p. 25-35, 1997.

PEREIRA, M.L.R.; LINO, F.A.; MELO, A.U.F.; NETO, M.D.F.; LIMA, D.A.; FERNANDES, J.J.R; ARNHOLD, E. Degradabilidade de grão reconstituído de milho e sorgo ensilados com diferentes granulometrias. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, XXI, 2011, Maceió. **Anais...** [CD-ROM], Maceió: UFAL, 2011.

PEREIRA, M.N.; PEREIRA, R.A.N. Processamento de milho por re-hidratação e Ensilagem. In: ENCONTRO CONFINAMENTO GESTÃO TÉCNICA E ECONÔMICA, 8., 2013. Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto: Coan Consultoria, 2013.

REZENDE, A. V.; RABELO, C. H.; VEIGA, R. M.; ANDRADE, L. P.; HÄRTER, C. J.; RABELO, F. H.; Reis, R. A. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 213-221, 2014.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F. A. F. Martins, E. N.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. D. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, viçosa, v.30, p.596-603, 2001.

RUPPEL, K.A., PITT, R.E., CHASE, L.E., GALTON, D.M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *Journal of Dairy Science*. v.78, p.141–153, 1995.

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.

SILVA, M.R.H.; JOBIM, C.C.; NEUMANN, M.; LEÃO, G.F.M.; COELHO M. G. AND MACIEL, G.S. Chemical composition of corn silage rehydrated and total mixed rations with different particle sizes. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 17., 2015, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: University of São Paulo, 2015. p.296-297.

SUBRAMANIAN, V.; HOSENEY, R. C.; BRAMEL-COX, P. J. Shear thinning properties of sorghum and corn starches. *Cereal Chemistry*, v. 71, n. 3, p. 272-275, 1994.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutrition ecology of the ruminant**. New York: Cornell University, 476p, 1994.

VASCONCELOS, M. C. B. M.; BENNETT, R.; CASTRO, C.; CARDOSO, P.; SAAVEDRA, M. J.; ROSA, E. A. Study of composition, stabilization and processing

of wheat germ and maize industrial by-products. **Industrial Crops and Products**, 42, 292–298, 2013.

VILELA, H. H.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.4, p.1192-1199, 2008.

WARD, R., 2000. **Fermentation analysis: use and interpretation**. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, pp. 117–135.

WEINBERG, Z.G., ASHBELL, G. Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering**. v. 13, p.181–188, 2003

WOOLFORD, M.K., The detrimental effects of air on silage. **Journal of Microbiological Methods**. v.68, p.101–116, 1990.

YU, X. R.; ZHOU, L.; ZHANG, J.; YU, H.; XIONG, F. Comparison of starch granule development and physicochemical properties of starches in wheat pericarp and endosperm. **Journal of Science Food and Agriculture**. 95:148–57, 2015.

ZINN, R. A.; BARREIRAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F. N.; PLASCENCIA, A. Comparative effects of processing methods on the feeding value of maize in feedlot cattle. **Nutrition Research Reviews**. 24, 183–190, 2011.

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. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.67, p.767, 1990.

## II - OBJETIVOS GERAIS

Avaliar os efeitos da inclusão de silagem de grãos de milho reidratados em comparação ao milho seco sob duas granulometrias sobre as características de desempenho produtivo, características de carcaça e viabilidade econômica em bovinos de corte terminados em confinamento. Objetivou-se ainda avaliar as características fermentativas, nutricionais e estabilidade aeróbia da silagem de grãos de milho reidratados.

### III - QUALIDADE DA SILAGEM DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO COM DOIS TAMANHOS DE PARTÍCULAS

#### Quality of rehydrated corn grain silage with two particle sizes

(Normas da revista Ciência e Agrotecnologia - ISSN: 1413-7054)

#### RESUMO

A utilização do milho é ampla em dietas de ruminantes, devido principalmente à composição rica em amido. Mesmo com essa ampla utilização, há algumas limitações sobre o desempenho animal. Nesse sentido o uso de grãos de milho na forma reidratada apresenta potencial no intuito de promover diminuição das perdas por estocagem, melhoras sobre o desempenho quando comparada ao grão seco inteiro ou mesmo triturado, redução dos gastos com o transporte e minimizar os efeitos mercadológicos determinantes na flutuação de preços. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da reidratação do grão de milho em dois diâmetros geométricos médios (DGM), sendo 0,55 e 1,83 mm sobre perfil fermentativo, composição química, estabilidade aeróbia e a recuperação de matéria seca. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado sendo dois tratamentos e seis repetições, perfazendo os tratamentos: Silagem de milho finamente reidratado (SMFR) e Silagem de milho moído e reidratado (SMMR). Os materiais foram reidratados com água com o objetivo de atingir níveis de umidade próximos a 35%. Não houve efeito sobre a recuperação de MS, no entanto verificou-se uma excelente taxa de recuperação, com valores superiores a 97% em ambas as silagens. Houve influência do tamanho de partícula ( $p < 0,05$ ) sobre a porção fibrosa (FDN e FDA), com valores inferiores sendo observados dessa maneira para a SMFR. A concentração de ácido acético e lático foi maior para a SMFR, resultado da maior fermentabilidade observada sem, no entanto promover alterações sobre o pH, o qual foi diferente apenas na fase de exposição ao oxigênio, com valores de 4,25 e 4,38 para a SMFR e SMMR, respectivamente. Após a abertura, ambas as silagens demonstraram excelente estabilidade aeróbia, acima de 120 horas, promovendo dessa maneira menor atividade de espoliação e por consequência menor perda de qualidade. De maneira geral, as silagens de grão de milho reidratado apresentaram melhoras sobre o processo fermentativo e sobre a estabilidade, com vantagens para a SMFR com superioridade sobre a SMMR.

**Palavras-chave:** Ácidos orgânicos, conservação, tamanho de partícula, grão de milho, reconstituição

#### ABSTRACT

The use of corn is broad in ruminant diets, due primarily to the composition that is rich in starch. Despite this widespread use, there are some limitations on animal performance. In this sense, the use of corn kernels in rehydrated form presents potential

in order to promote reduction of losses storage, improvements on performance compared to the whole dry grain or grounded, reduction of costs on transportation and minimization of marketing effects determinants on price fluctuation. The purpose of this study was to evaluate the effects of corn grain rehydration in two particle sizes on fermentation characteristics, chemical composition, aerobic stability and recovery of dry matter. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates and two treatments: Silage of corn grain finely grounded and rehydrated (SCFR) and Silage of corn grain ground and rehydrated (SCGR). The materials were rehydrated with water in order to achieve moisture levels close to 35%. There was no effect on the dry matter recovery; however, there was an excellent recovery rate, with values greater than 97% in both silages. There was influence of the particle size ( $p < 0.05$ ) on the fibrous portion (NDF and ADF), with lower values being observed in this manner for SCFR. The concentration of acetic and lactic acid was increased for SCFR, due to higher fermentability observed, without further amendments on pH, which was different only in the oxygen exposure phase, with values of 4.25 and 4.38 for SCFR and SCGR respectively. After opened both silages showed excellent aerobic stability above 120 hours, thus promoting minor theft activity and therefore minor losses of quality. Generally rehydrated corn grain silages showed improvements over the fermentation processing and the stability, with benefits for SCFR with superiority over SCGR.

**Keywords:** Organic acids, conservation, reconstitution, pH, aerobic stability

## Introdução

Nos sistemas de produção pecuários que visam eficiência, lucratividade e sustentabilidade é imprescindível atentar-se aos aspectos alimentares, sobretudo pela desfavorável relação de custos relacionada aos insumos, principalmente os concentrados. Em face disso, torna-se necessário a busca por tecnologias e emprego de metodologias que visem economicidade e aumento da eficiência do sistema de produção. A utilização do milho é ampla em dietas de ruminantes, devido principalmente à composição rica em amido e pela expressiva produção nacional dessa cultura.

Mesmo com essa ampla utilização, há algumas limitações e inconstâncias sobre o desempenho animal, sobretudo atrelado a sua composição química variável, vitreosidade, forma de estocagem, uso dos grãos seco ou ensilado e tipo de processamento (Defoor et al., 2002; Pereira, 2012).

Nesse sentido, o uso de grãos de milho na forma reidratada consiste em devolver ao grão seco a umidade adequada para que o mesmo seja fermentado no silo, possibilitando assim a estocagem de maneira adequada, frente às necessidades de cada sistema produtivo pecuário. Esta técnica, além de possibilitar a diminuição das perdas

por estocagem (pragas, alterações de temperatura, umidade, etc.), proporciona um aumento potencial sobre a digestibilidade, quando comparada ao grão seco inteiro ou mesmo triturado, além de reduzir os gastos com o transporte e minimizar os efeitos mercadológicos determinantes na flutuação de preços (Silva et al., 2015)

Porém, o uso desta técnica deve seguir a rigor os fundamentos da conservação visando obter um produto final com qualidade e que possa de fato proporcionar melhoras sobre o desempenho animal. As execuções incorretas das etapas de ensilagem podem culminar em substanciais perdas durante o processo fermentativo, principalmente relacionado à matéria seca. Além disso, é sabido que leveduras são capazes de converter o amido em etanol durante a fase de fermentação e isto pode reduzir a qualidade da silagem (McDonald et al., 1991). Na presença de oxigênio, as leveduras são capazes ainda de assimilar o ácido láctico, diminuindo, por conseguinte a estabilidade aeróbia e elevando o processo deteriorativo da silagem (Woolford, 1990), o que resulta em silagem com baixo valor nutritivo e qualidade sanitária (Adesogan, 2009; Borreani e Tabacco, 2014).

Neste contexto, a reidratação de silagens de grãos de milho para atingir níveis de umidade adequados para o processo fermentativo é uma boa estratégia para reduzir os riscos de perdas na ensilagem.

A avaliação da estabilidade aeróbia da silagem é uma medida importante, pois a deterioração aeróbia é um dos principais entraves no processo de utilização de silagens. A penetração do oxigênio pode ocorrer em silos fechados, mas, sobretudo nas fases ditas como críticas durante o desabastecimento e fornecimento aos animais. O avanço do oxigênio para as camadas internas da silagem proporciona aumento de micro-organismos aeróbios consumidores de compostos energéticos, resultando em aumento da temperatura no silo. Esse processo acarreta perda do valor nutricional e de matéria seca (MS) da silagem, conforme o avanço na utilização do silo, desencadeando assim impactos negativos sobre a produção e desempenho animal (Whitlock et al., 2000; Johnson et al. 2002; Muck et al., 2003).

O objetivo do presente estudo foi avaliar o perfil fermentativo, a estabilidade aeróbia e a recuperação de matéria da silagem de grão de milho moído em duas granulometrias, reidratado e ensilado.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Laboratório de nutrição animal do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR.

Foi utilizado grão de milho do tipo duro (Flint) com teor médio de matéria seca de 88% e vitreosidade de 76%. A vitreosidade (VIT) foi realizada de forma manual de acordo com a metodologia descrita por Dombrink e Bietz (1993). Os grãos foram dissecados com bisturi para remoção do pericarpo (células tubulares, cruzadas e células da epiderme), gérmen e pedicelo (ponta da semente), restando o endosperma total que foi pesado e, então, dividido com auxílio de bisturi, em farináceo e vítreo. A vitreosidade foi expressa pelo peso do endosperma vítreo em proporção do endosperma total, com o resultado em percentagem.

A moagem dos grãos de milho foi procedida em moinhos do tipo martelo com peneiras medindo 2 mm e 6 mm.

A granulometria foi estimada conforme a metodologia de Zanotto et al. (1996), com utilização do programa computacional GranuCalc da Embrapa Aves e Suínos.

Os tratamentos avaliados foram definidos como:

- Silagem de milho grão moído finamente em peneira de 2 mm e reidratado (SMFR)
- Silagem de milho grão moído em peneira de 6 mm e reidratado (SMMR)

Os diâmetros geométricos médios encontrados foram 0,55 e 1,85 mm para os tratamentos SMFR e SMMR, respectivamente.

A reidratação dos grãos foi realizada utilizando-se de água limpa objetivando atingir umidade final de 35%, sendo o volume aplicado definido de acordo com a seguinte equação proposta:

$$\Delta \text{Volume de água (L)} = \frac{[\text{UM} \times (\text{UF} - \text{UI} / 100 - \text{UF})]}{\text{ME}}$$

Onde:  $\Delta$ Volume de água = Volume de água a ser utilizado (L); UM = Massa de umidade do produto (kg); UF = Umidade final; UI = Umidade inicial e ME = Massa específica do líquido (kg/L).

Este procedimento foi embasado ainda no princípio que em silagem de grão úmido ou mesmo reidratado há um menor número de micro-organismo, o que pode inferir na qualidade e conservação do material. Foram utilizados *Lactobacillus plantarum* cepa MA 18/50 ( $3 \times 10^{10}$  ufc por grama do produto) e *Propionibacterium acidipropionici* cepa MA 26/40 ( $3 \times 10^{10}$  ufc por grama do produto). A dosagem do inoculante foi determinando de acordo com as especificações e recomendações do fabricante (Lallemand Animal Nutrition, Aparecida de Goiânia, Brasil). O aditivo foi dissolvido em água e aplicado sobre o material sob constante mistura e homogeneização.

Posteriormente, as amostras foram ensiladas a vácuo (1000 g de grãos/ silo) em sacos plásticos (mini bags) com soldas (Nylon poli, 150 micras com 25 cm de largura x 35 cm de comprimento) utilizando-se de embaladora a vácuo (TM-280 Tecmaq). Após a remoção do oxigênio e selagem os silos experimentais foram mantidos em sala fechada em temperatura ambiente e abertos com 120 dias após a ensilagem.

Os silos experimentais foram pesados no momento da ensilagem e após a abertura para estimativa de recuperação de matéria seca (RMS) calculadas pela diferença no conteúdo de MS inicial e final dos silos, em relação à quantidade de MS da forragem ensilada, conforme equação descrita por Jobim et al. (2007).

Para determinar a estabilidade aeróbia, o material ensilado foi colocado em baldes plásticos e mantido em ambiente fechado e com temperatura controlada ( $25^{\circ} \pm C$ ). A temperatura nos silos foi medida a cada 6 horas com uso de termômetro digital alocado no centro da amostra durante a exposição ao ar por 6 dias consecutivos. A temperatura ambiente foi mensurada por meio de termômetro digital alocado próximo aos silos. A estabilidade aeróbica foi definida como o número de horas em que a temperatura da silagem permaneceu estável antes de aumentar mais do que  $2^{\circ} C$  acima da temperatura ambiente (Taylor e Kung, 2002). Durante a exposição aeróbia e a cada tomada de avaliação da temperatura as silagens foram amostrados para determinar os valores de pH utilizando-se de potenciômetro.

Nas amostras pré-secas, foram determinadas a matéria seca total (MS) em estufa a  $105^{\circ}C$ , proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) por incineração a  $550^{\circ}C$  por um período de 4 horas. Também foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), utilizando-se  $\alpha$ -amilase termoestável e de fibra em detergente ácido (FDA).

A determinação do amido foi realizada através do método 996.11 (AOAC, 1998). Para essa técnica utilizou-se de altas temperaturas (50 e 100°C) para a quantificação do amido resistente. A elevação da temperatura promoveu a gelatinização do amido, incluindo  $\alpha$ -amilase termorresistente a 100°C. Para a solubilização do amido resistente foi incluído hidróxido de potássio ou dimetilsulfóxido, permitindo a digestão pelas enzimas amilolíticas e posteriormente foi determinado o teor de amido.

A concentração de ácido láctico foi determinada por método colorimétrico (Pryce, 1969), onde as leituras das amostras foram realizadas em espectrofotômetro MARCONI® Janway 6305, com  $\lambda=565$  nm. Os teores de alcoóis, ésteres, ácidos graxos voláteis e acetona foram determinados em cromatógrafo gasoso com detector de massas (GC-MS) (GCMS QP 2010 plus, Shimadzu®, Kyoto, Japan), usando coluna capilar (Stabilwax, Restek®, Bellefonte, USA; 60 m, 0,25 mm  $\varnothing$ , 0,25  $\mu$ m crossbond carbowax polyethylene glycol) e parâmetros analíticos conforme as recomendações do fabricante.

O conteúdo de MS das silagens de grãos de milho reidratados foi corrigido para ocorrência de perdas por volatilização durante a secagem das amostras, de acordo com a equação proposta por Porter e Murray (2001).

$$\text{Conteúdo de MS verdadeira (g/kg)} = 1.011 \times \text{MSE} + 1.24$$

Onde MSE = Matéria seca em estufa

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo dois tratamentos e seis repetições. Os dados de composição química e recuperação de matéria seca foram comparados por análise de variância, utilizando o procedimento PROC MIXED com 5% de significância, e para as médias de estabilidade aeróbia e pH foram realizadas análises de medidas repetidas no tempo (PROC REG) do pacote estatístico do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, SAS 9.1, 2002).

## **Resultados**

Os dados referentes à composição química das silagens de grão de milho reidratado estão dispostos na Tabela 1. Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) do grau de processamento para as variáveis matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM).

O teor de amido apresentou diferenças entre os tratamentos, com teor superior para a SMFR com 71,22% comparada a SMMR que apresentou 72,07%.

Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) da moagem para o teor de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), onde a silagem de grão de milho finamente moído e reidratado (SMFR) apresentou menor média quando comparado à silagem de grão de milho moído e reidratado (SMMR).

Tabela 1. Composição química das silagens de grão de milho finamente moído e reidratado (SMFR) e grão de milho moído e reidratado (SMMR)

Item <sup>2</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM	Valor de P
	SMFR	SMMR		
Fibra em detergente neutro,% MS	8,28b	9,07a	1,31	0,01
Fibra em detergente ácido,% MS	3,19b	3,83a	0,07	0,03
Hemicelulose	5,09	5,24	0,01	0,21
Proteína bruta, % MS	9,09	8,87	0,09	0,51
Matéria mineral,% MS	0,94	0,99	0,01	0,38
Amido, % MS	71,22	72,07	0,05	0,04

<sup>1</sup>Tratamento: SMFR: silagem de grão de milho reidratado finamente moído em peneira de 2 mm; SMMR: silagem de grão de milho reidratado moído em peneira de 6 mm.

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para a MS e pH na ensilagem, fato este que demonstra equiparidade na ensilagem dos materiais com grão finamente ou grosseiramente moído.

A recuperação de matéria seca também apresentou similaridade entre os tratamentos, com médias de 976 e 979 g/kg MS para os tratamentos SMFR e SMMR, respectivamente.

Não foram constatadas diferenças entre as silagens SMFR e SMMR quanto aos valores de pH (3,91 e 3,98, respectivamente) na abertura dos silos. Em relação aos produtos da fermentação não houve disparidade para ácido propiônico (107 e 118 mg), ácido butírico (82 e 85 mg/ kg da MS) e etanol (0,36 e 0,30 % da MS).

A concentração de ácido lático apresentou diferença ( $P < 0,03$ ), entre silagens, onde a SMFR registrou 1,23% de ácido lático com base na MS, valor este superior à média obtida para a SMMR de 0,88% na MS. Para o ácido acético também houve diferença ( $p < 0,01$ ), com média superior para a SMFR (0,48% MS) em comparação à SMMR (0,28 % da MS), sendo a produção de ácido acético 71% superior para a SMFR.

Para os valores de pH foram observadas diferenças nas médias ( $P < 0,02$ ) durante a fase de exposição às condições aeróbicas. A SMFR apresentou pH menor (4,25) quando comparada a SMMR (4,38). A SMMR também apresentou maior variação nos valores de pH durante o período de avaliação em condições aeróbicas, conforme pode ser observado na Figura 1A.

Tabela 2 – Perfil fermentativo e estabilidade aeróbia de silagens de grão de milho reidratado, finamente moído (SMFR) ou moído (SMMR)

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM	Valor de P
	SMFR	SMMR		
Milho grão na Ensilagem				
Matéria seca, g/kg MS	658	651	0,18	0,52
pH	5,57	5,54	0,12	0,62
Silagem				
Matéria seca, g/kg MS	642,2	637,3	0,01	0,55
Recuperação matéria seca, g/kg MS	976	979	0,01	0,48
pH	3,91	3,98	0,01	0,71
Ácido Lático, % da MS	1,23	0,88	0,01	0,03
Ácido Acético, % da MS	0,48	0,28	0,001	<0,01
Lático:Acético	2,54	3,12	0,06	0,05
Ácido Propiônico, mg/ kg MS	107	118	7,45	0,42
Ácido Butírico, mg/ kg MS	82	85	3,8	0,70
Etanol, % da MS	0,36	0,30	0,06	0,37
Período de exposição aeróbia (6 dias)				
pH	4,25	4,38	<0,01	0,02
Temperatura máxima, °C	23,70	23,90	0,04	0,65
Estabilidade aeróbia, horas	92	98	0,09	0,55
Taxa de aquecimento, %/ hora	2,25	2,41	1,12	0,10

<sup>1</sup>Tratamento: SMFR: silagem de grão de milho reidratado finamente moído em peneira de 2 mm; SMMR: dieta silagem de grão de milho reidratado moído em peneira de 6 mm.

Não houve diferença ( $P=0,65$ ) na temperatura máxima durante a fase de avaliação da estabilidade aeróbia. A temperatura manteve-se baixa, sendo observada a perda da estabilidade em 92 e 98 horas para a SMFR e SMMR, respectivamente (Figura 2). Porém, para a taxa de aquecimento houve tendência ( $P=0,10$ ) de aumento para a SMMR, com média de 2,41% enquanto a SMFR a taxa observada foi de 2,25%/hora.

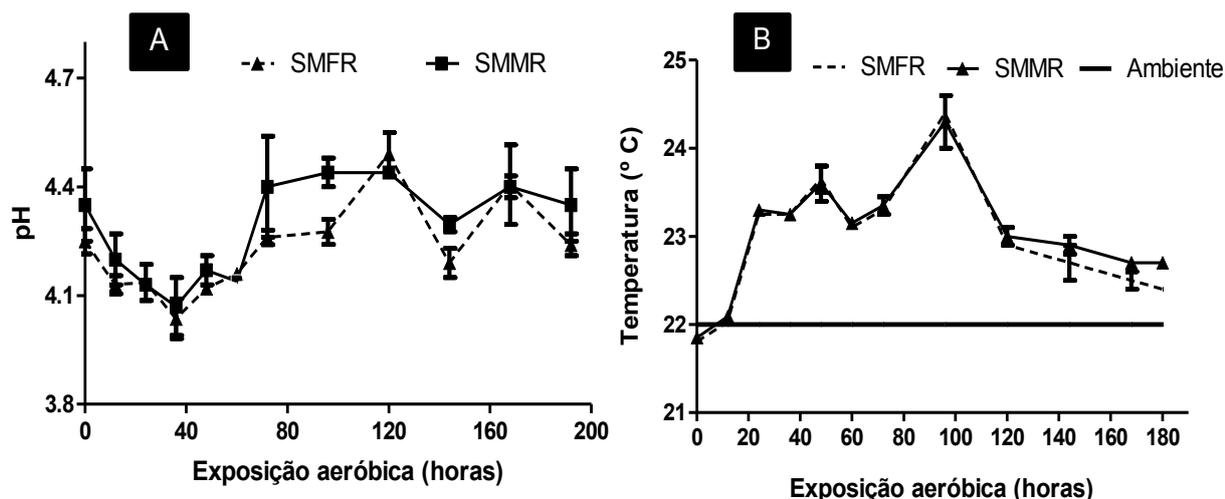


Figura 1. **A** - Alterações sobre o pH em silagens de grão de milho reidratado durante a exposição aeróbica. **B** - Alterações sobre a temperatura em silagens de grão de milho reidratado durante a exposição aeróbica

### Discussão

O menor teor de FDN e FDA na silagem de milho reidratado com tamanho de partícula menor não foram associados há uma eventual atividade hidrolítica ácida sobre a hemicelulose conforme teoria de McDonald (1991), pois em ambos os tratamentos houve diminuição da FDA. Rezende et al. (2014) avaliando o efeito da adição de água ou soro de leite na reidratação de milho verificaram que o efeito do teor de umidade influenciou os valores tanto de FDN quanto FDA.

Os valores de FDN e FDA foram semelhantes aos resultados de Batalha (2015), avaliando a composição de grão de milho moído, reidratado e ensilado sobre esses parâmetros, sendo os valores de 9,86% para FDN e 2,86% para FDA, com base na MS.

O menor teor de amido (% MS) encontrado para a SMFR possivelmente deu-se em razão das mudanças físico-químicas ocorridas durante a fase fermentativa. Partindo da premissa que o processamento em peneira de 2 mm em tese aumentou a disponibilidade do amido para os micro-organismos, principalmente as bactérias ácido lácticas (BAL), elevando a concentração de ácidos orgânicos e possibilitando a proteólise das proteínas hidrofóbicas (zeínas), dessa forma aumentando a fermentabilidade do amido presente no endosperma (Hoffman; Shaver; Esser, 2010; Ward, 2000).

A alta recuperação de MS observada em ambos os tratamentos, deu-se pelo tipo de silo utilizado, pois em silos experimentais, principalmente em silos a vácuo as perdas são basicamente oriundas de gases. Rezende et al. (2014) também obtiveram alta RMS (985 g/kg), com valores similares aos encontrados no presente trabalho.

Rezende et al. (2014) observaram valores semelhantes para o conteúdo de PB (9,9%) na silagem de grão de milho reidratado (média de 35% de umidade) e relataram que materiais com valores acima desse teor, podem sofrer intensos processos de desaminação e proteólise. De acordo com Kung et al. (2007), o excesso de umidade gera condições propícias para a multiplicação de micro-organismos com potencial atividade proteolítica, principalmente os do gênero *Clostridium* (Jobim et al., 1997; Tabacco et al., 2009).

Os valores de MS das silagens foram próximos a 65%, não havendo alteração significativa em relação ao teor dos grãos na ensilagem. Conforme revisão realizada por Hoffman; Shaver; Esser (2010), valores de MS abaixo de 65-70% possuem maiores atividades osmóticas, porém há menor produção de ácidos orgânicos, resultado da lenta fermentação, e pelo déficit de açúcares ou carboidratos solúveis também pode haver menor atividade de água (AW), culminando em menor atividade microbiana (Ditchfield, 2000; Jobim et al. 2008). Porém, há diferenças quando comparados materiais com o mesmo teor de MS, por exemplo, grão de milho úmido (GU) colhido e ensilado em comparação ao grão de milho seco, reidratado e ensilado, possuindo dessa maneira o GU melhor perfil fermentativo (Goodrich, 1975; Ward, 2000).

A produção dos principais ácidos orgânicos é dependente e influenciada pelas etapas de confecção da silagem, maturidade e composição do grão de milho, umidade no momento da ensilagem e pela população epifítica de micro-organismos presentes (Weinberg e Ashbell, 2003; Muck, 2004; Lopes et al., 2005)

Silagens de grão, seja úmido ou reidratado tendem a possuir menor quantidade de nutrientes solúveis, afetando as condições para o crescimento e eficácia dos micro-organismos necessários para promover a adequada fermentação e a conservação do material (Huck et al., 1999; Muck, 2010; Hicks et al., 2012; Da Silva et al., 2015).

No entanto, os resultados observados indicam que não houve influência negativa e nem piora na qualidade em ambas as silagens, com destaque relevante principalmente para a silagem com menor tamanho de partícula (SMFR) por ter apresentado melhor perfil de fermentação, disponibilizando dessa maneira maior quantidade de carboidratos solúveis para as bactérias produtoras de ácido láctico (Rotz e Muck, 1994; Ward, 2000).

Esta afirmação esclarece a produção dos principais ácidos orgânicos obtidos na SMFR, onde houve maior concentração de ácido acético e ácido láctico, o que pode ser consequência do processamento dos grãos, permitindo assim que houvesse maior superfície de contato das partículas ocasionando maior exposição do conteúdo celular.

A produção de ácido láctico observado para a SMFR (1,23%) foi superior aos valores observados por Rezende et al. (2014), de 1,17% e por Goodrich (1975) 1,3% com materiais com umidade próxima a 35%. Observou-se também superioridade na concentração de ácido acético para a SMFR (0,48%) e SMMR (0,28%), quando comparados aos valores observados por Rezende et al. (2014), que encontraram valores médios de 0,22%.

Consequentemente a concentração de ácidos teve importante impacto sobre o valor de pH, assim como sobre a temperatura da silagem, demonstrando resultados superiores no quesito estabilidade aeróbia, comparado a outras pesquisas (Goodrich, 1975; Rezende et al., 2014; Mombach et al., 2014) com reidratação de grão de milho seco.

O controle dos processos de espoliação durante a fase de utilização da silagem na alimentação dos animais é de suma importância, pois acarreta em alterações no valor nutricional do alimento. Além disso, existe preocupação com o perfil sanitário, com impacto na saúde animal e também sobre produtos como leite e carne, com possibilidade de níveis elevados de contaminação por micotoxinas.

### **Conclusão**

As silagens de grão de milho reidratados, independente da granulometria, apresentaram adequado perfil fermentativo e possibilitaram a conservação dos nutrientes com baixa perda de MS e alta estabilidade em condições de exposição ao oxigênio.

O diâmetro geométrico médio afetou o perfil fermentativo e nutricional da silagem. Portanto, o uso da silagem de grãos de milho finamente moída e reidratada apresenta melhores condições de uso em termos quantitativos e qualitativos.

### **Referências**

ADESOGAN, A.T. Challenges of silage production in the tropics. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE 15, 2009, Madison **Proceedings...** Madison, 2009.

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

BATALHA, C. D. A. **Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em pastagem tropical**. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 72p., 2015.

BORREANI, G.; TABACCO, E. Improving corn silage quality in the top layer of farm bunker silos through the use of a next-generation barrier film with high impermeability to oxygen. **Journal of dairy science**, Savoy, v. 97, n. 4, p. 2415-2426, 2014.

DA SILVA, T. C., SMITH, M. L., BARNARD, A. M., KUNG, L. The effect of a chemical additive on the fermentation and aerobic stability of high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 98, 2015.

DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 195p., 2000.

DEFOOR, P. J.; GALYEAN M. L., SALYER, G. B.; NUNNERY, G. A.; PARSONS, C. H. Effects of roughage source and concentration on intake and performance by finishing heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, p.1395-1404, 2002.

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

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

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

HOFFMAN, P. C.; SHAVER, R. D.; ESSER, N. M. The chemistry of high-moisture corn. In: **Proceedings Four-State Dairy Nutrition & Management Conference**. Dubuque, Iowa. p. 84-89, 2010.

HUCK, G. L.; KREIKEMEIER, K. K.; BOLSEN, K. K. Effects of reconstituting field dried and early harvested sorghum grain on the ensiling characteristics of the grain and growth performance and carcass merit of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.77, p.1074-1081, 1999.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. et al. Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilado com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.2, p.201-204. 1997.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; SCHOKEN-ITURRINO, R. P.; ROSA, B. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 21, p. 671-676, 2008.

JOHNSON, L. M.; HARRISON, J. H.; DAVIDSON, D.; MAHANNA, W. C.; SHINNERS, K.; LINDER, D. Corn silage management: Effects of maturity,

inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 2, p. 434-444, 2002.

KUNG JR., L.; SCHIMIDT, R. J.; EBLING, T. E.; HU, W. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 90, p. 2309–2314, 2007.

LOPES, A.B.R.C.; BIAGGIONNF, M.A.M., BERTO, D.A. et al. Método de reconstituição da umidade de grãos de milho e a composição química da massa ensilada. **Bioscience Journal**. Uberlandia, v. 21, p. 95-101, 2005.

McDONALD, P. The biochemistry of silage. New York: John Wiley, 1981. 207p.

MOMBACH, M. A.; PEREIRA, D. H.; PINA, D. S.; XAVIER, I. M.; PEREIRA, O. G.; PEDREIRA, B.; BOLSON, D. C. Perfil fermentativo da silagem de grão de milho triturado reidratado contendo glicerina bruta e inoculante microbiano. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2014, Vitória, ES. **Anais...Vitória: ZOOTEC**, 2014. p. 3

MUCK, R. E.; MOSER, L. E.; PITT, R. E. Postharvest factors affecting ensiling. **Agronomy**, v. 42, p. 251-304, 2003.

MUCK, R. E. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. **Transactions American Society of Agricultural Engineers**, v. 47, n. 4, p. 1011-1016, 2004.

MUCK, R.E., Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 183–191, 2010.

PEREIRA, M.L.R. **Degradabilidade ruminal in vitro de grão reidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiânia, 73p., 2012.

PORTER, M. G., MURRAY, R. S., The volatility of components of grass silage on oven drying and the inter-relationship between dry-matter content estimated by different analytical methods. **Grass Forage Science**. v. 56, p. 405–411, 2001.

REZENDE, A. V.; RABELO, C. H.; VEIGA, R. M.; ANDRADE, L. P.; HÄRTER, C. J.; RABELO, F. H.; REIS, R. A.. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. **Animal Feed Science and Technology**, 197, 213-221, 2014.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 235p, 2002.

SILVA, M.R.H.; JOBIM, C.C.; NEUMANN, M.; LEÃO, G.F.M.; HORST, E. Aerobic stability and pH of corn silage rehydrated and total mixed rations with different particle sizes. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 17, 2015, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: University of São Paulo, 2015. p. 294-295.

TABACCO, E.; PIANO S.; CAVALLARIN, L.; BERNARDES, T. F.; BORREANI, G. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as

- influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v.107, p.1632–1641, 2009.
- TAYLOR, C. C.; KUNG, L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 6, p. 1526-1532, 2002.
- 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 Dairy Science**, Savoy, v. 39, p. 931–936, 1974.
- 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.
- WARD, R. **Fermentation analysis: use and interpretation**. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, p. 117–135, 2000.
- WEINBERG, Z. G., ASHBELL, G., Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**, Illinois, v. 13, p. 181–188, 2003.
- WHITLOCK, L. A.; WISTUBA, T.; SIEFERS, M. K.; POPE, R. V.; BRENT, B. E.; BOLSEN, K. K. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage-based rations. **Journal Dairy Science**. v. 83(Suppl. 1)p.110. (Abstr.), 2000.
- WOOLFORD, M. K., The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 68, p. 101–116, 1990.
- ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves** . Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p.5 (Comunicado Técnico, 215), 1996.

#### **IV - DESEMPENHO PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE NOVILHOS PRECOCES ALIMENTADOS COM SILAGEM DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO**

##### **Growth performance and carcass characteristics of finishing young steers fed silage of corn grain rehydrated**

(Normas da revista Ciência e Agrotecnologia - ISSN: 1413-7054)

#### **RESUMO**

Diferentes métodos de processamento do grão de milho têm sido empregados na alimentação de bovinos de corte no intuito de melhorar o aproveitamento e digestibilidade, principalmente do amido. Dessa forma, a reidratação e ensilagem do milho apresentam-se como alternativa para incremento produtivo em sistema de confinamento. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito do grau de moagem, reidratação e ensilagem do milho sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e viabilidade econômica comparada ao milho seco moído em duas granulometrias em dietas para bovinos de corte em terminação. Foram utilizados 40 novilhos cruzados com média de idade inicial de 13 meses e peso inicial de 374 kg. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 (dois teores de umidade e dois processamentos do milho grão) e testados os seguintes tratamentos: grão de milho seco finamente moído em peneira 2 mm (MSF); grão de milho seco moído em peneira 6 mm (MSM); silagem de grão de milho finamente moído em peneira 2 mm e reidratado (SMFR) e silagem de grão de milho moído em peneira 6 mm e reidratado (SMMR). Não houve efeito do teor de umidade e processamento dos grãos sobre o GPD e peso final nos novilhos avaliados. Verificaram-se diferenças e melhoras na conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) para os novilhos dos tratamentos com silagem de grão de milho reidratado (SMFR e SMMR), sendo evidenciado ainda efeito do teor de umidade sobre esses parâmetros. O CMS foi menor para os tratamentos com silagem de grão de milho reidratado, justificando dessa maneira os resultados obtidos para CA e EA, haja vista que os novilhos dos tratamentos com inclusão de milho reidratado tiveram GPD semelhantes aos com inclusão de milho seco na dieta. O processamento para obtenção de milho seco fino e o processo de ensilagem melhoraram a digestibilidade do amido, assim como diminuíram o teor de amido fecal. Houve também aumento da EL de manutenção e ganho para o processamento fino e para a ensilagem, comparado ao milho seco moído. Para as características de carcaça foram constatadas diferenças para o peso de carcaça quente, rendimento de carcaça no ganho e ganho de peso de carcaça, com destaques para os tratamentos MSF e SMMR, com médias superiores aos demais. A SMMR apresentou melhor viabilidade econômica, em razão do desempenho produtivo e características de carcaça, mesmo o método de reidratação e ensilagem sendo mais oneroso. Os resultados sugerem que a silagem de grão de milho grosseiramente moído e reidratado (SMMR) pode ser usada na terminação de bovinos de corte, com incrementos produtivos e econômicos em relação ao grão seco.

**Palavras-chave:** Eficiência alimentar, milho reconstituído, processamento, terminação de bovinos, viabilidade econômica

## ABSTRACT

Different methods of processing in corn grain have been employed in the nutrition of beef cattle in order to improve the exploitation and digestibility, mainly of starch. This way, rehydration and silage of corn presents itself as an alternative to a production increase in feedlot. This study aimed to evaluate the effect of milling, rehydration and silage of corn grain on growth performance, carcass characteristics and economic viability compared to dry corn grain in two different particle sizes in diet of beef cattle in termination. For that, 40 crossed steers were used with initial average age of 13 months and initial weight of 374 kg. The experimental design used was randomized blocks in a factorial scheme 2x2 (two moisture contents and two processing of corn grain). The treatments were - Dry corn grain finely ground into 2mm sieve (DCFG); Dry corn grain ground into 6mm sieve (DCG); Silage of corn grain finely ground into 2mm sieve and rehydrated (SCFR) and Silage of corn grain ground into 6mm sieve and rehydrated (SCGR). There was no effect of treatment, moisture content and processing ( $P>0.05$ ) on the ADG and final weight. There were differences on feed conversion (FC) and gain: feed rate (G:F) for young steers at treatments with silage of corn grain rehydrated (SCFR and SCGR), being evidenced still effect of moisture content on these parameters. The DMI was lower for the treatments were silage of corn grain rehydrated, justifying this way the results obtained for FC and G:F. There is a view that the steers of treatments with inclusion of silage of grain rehydrated had similar ADG with inclusion of dry corn in the diet. The process to obtain fine dry corn silage improved starch digestibility as well as decreased fecal starch. There was also increased NE maintenance and gain for finely processing and silages, compared to dry ground corn. For the carcass characteristics differences were observed ( $p<0.05$ ) for the hot carcass weight, carcass yield in gain and weight gain of carcass with highlights for the treatments DCFG and SCGR, with better averages. The SCGR presented better economic viability, due to productive performance and carcass merits, even the method of rehydration and silage being more expensive. The results suggest that the Silage of corn grain coarsely ground and rehydrated (SCGR) can be used in termination to obtain productive and economic increments.

**Keywords:** Feed efficiency; reconstituted corn; processing; feedlot; economic viability

## Introdução

A busca pela compreensão e elucidação das funções e características dos alimentos torna-se cada vez mais relevante, fundamental e importante em relação às mudanças necessárias nos sistemas de nutrição de bovinos. Existe premência de atrelar desempenhos eficientes à economicidade e rentabilidade, sendo, portanto necessárias ferramentas funcionais para atingir os objetivos e metas em cada sistema de produção dentre as quais destacam-se: volumosos de alta qualidade, atendimento as exigências nutricionais e principalmente o processamento de grãos, com vistas a melhorar os padrões de fermentação ruminal, o aproveitamento dos nutrientes, aumentar

desempenho produtivo e conseqüentemente melhorar patamares de eficiência e otimização de recursos físicos, estruturais e financeiros.

De acordo com Millen et al. (2009) o milho grão utilizado como fonte primária de energia está presente em 79,3% dos confinamentos brasileiros para a terminação de bovinos de corte. O milho utilizado é predominante do tipo duro, conhecido por possuir menor taxa de degradabilidade e, portanto menor disponibilidade de energia, seja para a manutenção (ELm) ou para ganho (ELg). Diante do exposto, as práticas de processamento do milho, com vistas a modificar a estrutura física do grão e ainda aumentar a disponibilidade do amido (60- 80% do grão) se fazem necessárias (Hoffman; Shaver, 2011).

Assim, o processamento é fundamental e pode ser classificado como métodos de moagens mais grosseiras a métodos mais eficientes e otimizadores, tais como a floculação e a ensilagem de grãos colhidos com alta umidade, ou a reidratação do grão com reconstituição do teor de umidade (Hicks; Lake, 2012; Pereira, 2013; Owens; Basalan, 2013; Silva et al., 2015).

A ensilagem de grãos de milho com reidratação apresenta-se como uma alternativa, com premissas a sanar e minimizar algumas problemáticas corriqueiras nos sistemas de produção que utilizam o milho como fonte energética para bovinos de corte. Essa tecnologia permite reduzir e, ou, eliminar custos com taxas e descontos, impostos, transporte, frete e armazenamento, bem como reduzir perdas por ataques de insetos e roedores, o que é muito comum no armazenamento de milho seco. Além disso, existem possibilidades de compra em períodos de flutuações favoráveis de preço, principalmente no período de safra, com apelo econômico, proporcionando a diminuição dos custos de produção em bovinos.

O objetivo do presente experimento foi avaliar o desempenho produtivo e as características de carcaça de novilhos de corte alimentados com dietas contendo a inclusão de grãos de milho submetidos ao processamento físico na forma de moagem em peneiras de 2 e 6 mm seco ou reidratados e ensilados.

### **Material e métodos**

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) sob o protocolo número 029/2014.

O experimento foi conduzido nas instalações da Unidade Didática de Bovinocultura de Corte (UDBC) do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR. O clima da região é o Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado, conforme a classificação de Köppen, em altitude de aproximadamente 1300 m, precipitação média anual de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9%.

O grão de milho (*Zea mays*) utilizado foi do tipo duro e apresentava vitreosidade média de 76% e teor de matéria de matéria seca de 88%. A vitreosidade (VIT) foi determinada de forma manual de acordo com a metodologia descrita por Dombrink e Bietz (1993). Os grãos foram dissecados com bisturi para remoção do pericarpo (células tubulares, cruzadas e células da epiderme), gérmen e pedicelo (ponta da semente), restando o endosperma total que foi pesado e, então, dividido com auxílio de bisturi, em farináceo e vítreo. A vitreosidade foi expressa pelo peso do endosperma vítreo em proporção do endosperma total, com o resultado em porcentagem.

A moagem dos grãos de milho foi realizada em um triturador de marca Nogueira, com duas facas de 15,5 cm cada, com diâmetro total da hélice de 14 cm e impulsadores (4 jogos de 5 dedos), com motor elétrico WEG de 7,5 cv, 3500 rpm, 220/380V, trifásico, provido de peneiras de 2 mm e de 6 mm.

No controle da quantidade de grãos de milho moídos por hora utilizou-se um alimentador de forma cônica, considerando a regulação de fluxo constante, mensurando o tempo gasto com seis repetições para se determinar a quantidade de milho era moído por unidade de tempo, admitindo-se 327,3 kg/hora ou 3 kg em 33 segundos.

O consumo de energia elétrica (ECEE), em kWhora/tonelada para moagem do grão foram determinados segundo metodologia descrita por Pozza et al. (2005). Para a descrição física dos grãos, foi determinado o diâmetro geométrico médio (DGM) do milho processado, conforme a metodologia de Zanotto et al. (1996) com utilização do programa computacional GranuCalc da Embrapa Aves e Suínos. Como resultado, foram obtidos diâmetros geométrico médios (DGM) de 0,60 e 1,85 mm para as peneiras 2 e 6 mm, respectivamente.

A reidratação foi realizada objetivando atingir umidade final de 35% e o volume definido de acordo com a seguinte equação proposta:

$$\Delta\text{Volume de água (L)} = \frac{[\text{UM} \times (\text{UF} - \text{UI} / 100 - \text{UF})]}{\text{ME}}$$

Onde:  $\Delta$ Volume de água = Volume de água a ser utilizado (L); UM = Massa de umidade do produto (kg); UF = Umidade final; UI = Umidade inicial e ME = Massa específica do líquido (kg/L)

Obtendo-se assim um volume de água requerido de 32,3 L para cada 100 kg de milho seco processado. No entanto, foi acrescido como margem de segurança 15% de água sobre este volume, totalizando 37,1 litros/100 kg, tendo como objetivo recuperar possíveis perdas provenientes do processo de reidratação e ensilagem.

Posteriormente ao processamento e reconstituição da umidade os grãos foram ensilados em silos do tipo trincheira revestidos, sendo os silos preenchidos em camadas e sendo devidamente compactados com uso de trator, objetivando densidade de 1000 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 1) e vedados com lona plástica de 200  $\mu$ m de polietileno por 40 dias. Uma vez que o milho utilizado foi submetido a processos de limpeza e secagem, tornou-se prudente o uso de inoculante com a finalidade de melhorar o processo fermentativo. Esse procedimento foi embasado no princípio que em silagem de grão úmido ou mesmo reidratado há menor número de micro-organismo, o que pode inferir na qualidade e conservação do material. Foi utilizado *Lactobacillus plantarum* MA 18/5U (3 x 10<sup>10</sup> ufc por grama do produto) e *Propionibacterium acidipropionici* MA 26/4U (3 x 10<sup>10</sup> ufc por grama do produto). A dosagem do inoculante foi determinada de acordo com as especificações e recomendações do fabricante (Lallemand Animal Nutrition, Brasil). O aditivo foi dissolvido em água e aplicada na forma de pulverização sobre o material sob constante mistura e homogeneização.

Durante o processo de ensilagem foi realizada a colheita de amostras individualizada com a finalidade de determinar os teores de matéria seca (MS) e a composição nutricional e os valores de pH dos grãos no momento da ensilagem e posteriormente na abertura dos silos.

Tabela 1. Densidade, percentual de matéria seca na abertura do silo e diâmetro geométrico médio da silagem de grãos de milho moídos fino em peneira de 2 mm (SMFR) e silagem de grãos de milho moído em peneira de 6 mm moído (SMMR) reidratados

Parâmetro	SMFR	SMMR
Densidade, kg/m <sup>3</sup>	1.117	1.040
Matéria seca (abertura), %	63,5	62,4
Diâmetro geométrico médio, mm	0,60	1,85

O delineamento experimental foi composto por quatro tratamentos com dez repetições em esquema fatorial 2 x 2, sendo os fatores: processamento do grão de milho de textura dura (moagem) e reconstituição da umidade do grão de milho. Perfazendo, assim os tratamentos:

- Grão de milho seco finamente moído em peneira de 2 mm (MSF)
- Grão de milho seco moído em peneira de 6 mm (MSM)
- Silagem de grão de milho finamente moído em peneira de 2 mm e reidratado (SMFR)
- Silagem de grão de milho moído em peneira de 6 mm e reidratado (SMMR)

Foram utilizados 40 novilhos precoces, advindos de cruzamentos industriais (Angus x Charolês) com idade média de  $14 \pm 1,7$  meses ao início do experimento e peso inicial médio de  $374 \pm 14$  kg. Os animais foram alocados em instalações constituídas de 20 baias semi-cobertas, com uma área de  $15 \text{ m}^2$  cada baia (2,5 x 6,0 m), com comedouro de concreto, medindo 2,30 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de altura, além de bebedouro metálico, regulado por bóia automática.

No início do experimento os animais receberam ivermectina, vitamina A, D e E, vacina de clostridiose e, após 30 dias, albendazole.

Os animais foram pesados após jejum de sólidos de 12 h, dando início ao período de adaptação de 14 dias. Após as observações iniciais de adaptação do consumo e comportamental dos animais fora dado início ao período experimental com pesagem em jejum novamente de 12 h a partir da oferta da tarde. As pesagens eram realizadas a cada 28 dias, ou seja, ao final de cada período experimental, totalizando 84 dias de avaliações.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, sendo a primeira refeição realizada às 07h00min e a segunda refeição realizada às 16h30min. Desta forma, 50% da dieta foram ofertadas no período da manhã e 50% no período da tarde. As sobras de alimentos de cada baia foram quantificadas diariamente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia. Foi adotada como critério uma sobra de aproximadamente 5% da oferta, garantindo assim um consumo *ad libitum* da ração total.

Foram coletadas semanalmente amostras de todos os ingredientes utilizados nas rações experimentais para a composição química dos mesmos. As silagens de grão de milho reidratado (SMFR e SMMR) e de milho planta inteira (SM) foram coletadas para determinação do teor de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN).

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências estimadas pelo NRC (2000), conforme disposição na tabela 2.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	MSF	MSM	SMFR	SMMR
% da Matéria Seca				
Milho seco finamente moído (2 mm)	38	-	-	-
Milho seco moído (6 mm)	-	38	-	-
Milho finamente moído, reidratado e ensilado	-	-	38	-
Milho grosseiramente moído, reidratado e ensilado	-	-	-	38
Concentrado <sup>3</sup>	12	12	12	12
Silagem de Milho Planta inteira	50	50	50	50
Matéria seca da ração total, %	50,22	50,07	45,51	43,72
Proteína bruta, % MS	12,08	12,41	12,27	12,08
Fibra em detergente neutro, % MS	32,95	34,31	32,85	33,46
Fibra em detergente ácido, % MS	14,31	16,95	14,10	16,82
Hemicelulose, % MS	18,64	17,36	18,75	16,64
Amido, % MS	45,01	43,56	45,57	45,22
Matéria mineral, % MS	4,43	4,21	4,05	3,61
Nutrientes digestíveis totais estimado <sup>1</sup> , %	77,82	75,97	75,87	75,37
Energia metabolizável, Mcal/kg <sup>2</sup>	3,03	2,84	3,09	2,95

<sup>1</sup> Estimado de acordo com WEISS; CONRAD; ST PIERRE (1992).

<sup>2</sup> Estimada de acordo com NRC (2000).

<sup>3</sup> Proteína Bruta 380,00 g/kg; Extrato Etéreo 25,00 g/kg; Matéria Mineral 210,00 g/kg; FDA 130,00 g/kg; Cálcio 36,00 g/kg; Fósforo 9900,00 mg/kg; Sódio 7000,00 mg/kg; Manganês 145,60 mg/kg; Zinco 190,40 mg/kg; Cobre 44,02 mg/kg; Magnésio 149,07 mg/kg; Selênio 1,28 mg/kg; Cromo 0,40 mg/kg; Monensina 80,00 mg/kg; Ferro 34,10 mg/kg; Vitamina A 32000,00 U.I./kg; Vitamina D3 4000,00 U.I./kg; Vitamina E 50,00 U.I./kg.

Tabela 3. Composição química do grão de milho seco finamente moído em peneira 2 mm (MSF), grão de milho seco moído em peneira 6 mm (MSM), silagem de grão de milho finamente moído em peneira 2 mm e reidratado (SMFR), silagem de grão de milho moído em peneira 6 mm, reidratado e (SMMR) e silagem de milho de planta inteira (SM)

Composição química	MSF	MSM	SMFR	SMMR	SM
Matéria seca, %	89,50	89,77	62,84	63,00	30,89
Proteína Bruta, % MS	9,67	9,67	9,69	9,75	7,08
Matéria mineral,% MS	0,93	1,01	0,88	0,99	2,64
Fibra em detergente neutro,% MS	11,65	11,70	8,62	9,08	51,41
Fibra em detergente ácido,% MS	5,54	7,31	5,18	4,96	31,63
Energia metabolizável <sup>1</sup> , Mcal/kg	3,27	3,26	3,27	3,27	2,38

<sup>1</sup> Estimada de acordo com a equação proposta por Zinn et al. (2002)

Foram avaliados dados de desempenho animal e características nutricionais dos alimentos e ao término do confinamento, obedecendo a um jejum de sólidos de 12 horas, os animais foram pesados antes do carregamento para o frigorífico, obtendo-se o peso de origem, o que permitiu posteriores cálculos de ganho de peso e rendimento de carcaça.

Para avaliação das características de carcaça por ultrassonografia em tempo real, segundo a metodologia descrita por Perkins et al. (1992), foi utilizado um equipamento de ultrassom, marca ALOKA 500, com sonda acústica de 12 cm e frequência de 3,5 Mhz e acoplador de silicone, permitindo perfeito acoplamento do transdutor com o corpo do animal. Antes da captação das imagens procedeu-se a tricotomia da região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebra torácica do lado esquerdo do animal.

A sonda equipada com guia acústica ficou disposta de maneira perpendicular ao comprimento do músculo *longissimus dorsi*, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebra torácica para mensuração da área de olho-de-lombo (AOLu) e a espessura de gordura subcutânea (EGSu), obtida a  $\frac{3}{4}$  de distância a partir do lado medial do músculo *longissimus dorsi* para a lateral da linha dorso-lombar, e paralelamente, para obtenção do marmoreio do músculo *longissimus dorsi* (escala de 0 a 10) por meio de software de avaliação de carcaça BIA PRO PLUS, da empresa Designer Genes Technologies.

Os abates foram realizados em um abatedouro comercial de acordo com práticas de bem estar e conforto animal e pré-abate regido por inspeção sanitária local. Após o abate, com a remoção do couro e evisceração dos 40 animais, as carcaças foram identificadas, lavadas, pesadas mensurando os pesos de carcaças inteiras e das meias-

carcaças, para obtenção do peso de carcaça, sendo posteriormente resfriadas a  $-2^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Tullio, 2004).

A espessura de gordura subcutânea na carcaça (EGS) foi medida com ajuda de paquímetro digital, da mesma forma como foi medida por ultrassom. A espessura máxima de gordura de cobertura sobre a superfície da 13<sup>a</sup> costela, a 11 cm da linha dorso-lombar (medida GR) foi determinada pela profundidade da gordura sobre a 12<sup>a</sup> costela a 11 cm de distância da linha média lombo, utilizando-se paquímetro digital.

As amostras compostas das rações totais, sobras e ingredientes foram semanalmente coletados e congelados ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) para posterior determinação da composição bromatológica. Posteriormente, foram secas em estufa a  $55^{\circ}\text{C}$  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 realizadas foram MS e cinzas (AOAC, 1995). O teor de proteína bruta (PB) foi determinado por destilador a vapor do tipo Microkjeldhal (AOAC, 1995). Os teores da fração fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados com o auxílio do analisador de fibras Ankom® (Ankom Technology Corp.) de acordo com método proposto por Van Soest; Robertson; Lewis (1991). Na determinação da fração de FDN foram incluídos o sulfito de sódio e a  $\alpha$ -amilase termoestável (Termamyl 120 L).

A determinação do amido foi realizada através do método 996.11 (AOAC, 1998). Para essa técnica utilizou-se de altas temperaturas ( $50$  e  $100^{\circ}\text{C}$ ) para a quantificação do amido resistente. A elevação da temperatura promoveu a gelatinização do amido incluindo  $\alpha$ -amilase termorresistente a  $100^{\circ}\text{C}$ . Para a solubilização do amido resistente foi incluído hidróxido de potássio ou dimetilsulfóxido, permitindo a digestão pelas enzimas amilolíticas e posteriormente foi determinado o teor de amido.

As amostras de fezes foram coletadas na forma de amostras compostas ao final de cada período de avaliação, e também foram secas em estufa a  $55^{\circ}\text{C}$  e moídas em moinho tipo Wiley utilizando peneira de 1 mm de porosidade, sendo armazenadas em sacos plásticos para futuras determinações bromatológicas. As amostras de fezes foram submetidas a análise de matéria seca, proteína bruta, matéria mineral (AOAC, 1995) fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (Van Soest; Robertson e Lewis, 1991). A digestibilidade aparente do amido no trato digestório foi determinada por coleta total de fezes, assim como a sua predição segundo as concentrações de matéria seca e amido fecal em percentagem de matéria seca, conforme Zinn et al. (2007).

### Variáveis determinadas

**Ganho de peso, kg/dia:** foi determinado pela diferença de pesagem obtida em cada período experimental em relação ao período anterior, dividindo este valor pelo total de dias de cada período. Foram realizadas as pesagens com jejum prévio de 12 horas de alimento.

**Eficiência alimentar, kg/kg:** foi determinada pela divisão do ganho de peso pelo consumo de matéria seca (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.

**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, 2000). 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).

$$(1) E_g = [0,0493 PV^{0,75}] GPD^{1,097} ; (NRC, 2000)$$

$$(2) E_m = 0,077 PV^{0,75} ; (Lofgreen; Garrett, 1968 \text{ apud Zinn; Shen, 1998})$$

$$(3) EL_m = (-b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}) / (2a) ; (Zinn; Shen, 1998)$$

Onde:

$$a = -0,877 \text{ IMS}$$

$$b = 0,877 E_m + 0,41 \text{ IMS} + E_g$$

$$c = -0,41 E_m$$

$$(1) EL_g = 0,877 EL_m - 0,41 ; (Zinn; Shen, 1998)$$

Onde:

$E_g$  = exigência em energia para ganho (Mcal/dia)

$E_m$  = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia)

$EL_m$  = energia líquida de manutenção (Mcal/kg de MS)

$EL_g$  = energia líquida de ganho (Mcal/kg de MS)

**Energia metabolizável, Mcal/kg:** Para o cálculo da energia metabolizável do milho moído fino (EM milho reidratado) foi utilizado o método de substituição proposto por Zinn et al. (2002). Este método apenas pode ser utilizado quando a única alteração de fonte de energia dentro do experimento é o ingrediente testado, isto lhe atribui maior acurácia que os levantamentos de subtração tabular. Assumindo que o milho moído possua 3,19 Mcal/kg MS (NRC, 1996)

- (1) EM milho moído = [(EM ração)/% milho na ração] + EM milho moído fino; (Zinn et al., 2002)
- (2) EM milho moído fino reidratado e ensilado = [(EM ração)/% milho na ração] + EM milho moído fino; (Zinn et al., 2002)
- (3) EM milho moído reidratado e ensilado = [(EM ração)/% milho na ração] + EM milho moído fino; (Zinn et al., 2002)

**Determinação de amido fecal:** A digestibilidade do amido das rações foram estimadas através de fórmula proposta por Zinn et al. (2007):

DTA (Digestibilidade do amido no trato total), % =  $99,9 - 0,413 \times AF - 0,0104 \times AF^2$ , onde AF = teor de amido nas fezes.

Os valores energéticos dos grãos de milho processados pelos diferentes métodos foram estimados de acordo com as equações propostas por Zinn et al. (2002).

$$(1) ELM_{\text{Milho}} = 2,49 - 0,0127 \times AF - 0,000292 \times AF^2$$

$$(2) ELg_{\text{Milho}} = 0,877 \times ELM_{\text{Milho}} - 0,41$$

Onde:

$ELM_{\text{Milho}}$  = energia líquida para manutenção do milho (Mcal/dia)

$ELg_{\text{Milho}}$  = energia líquida para ganho do milho (Mcal/dia)

AF = amido fecal (% da MS)

**Rendimento de carcaça:** foi calculado dividindo-se o peso da carcaça quente pelo peso vivo do animal em jejum.

**Rendimento de carcaça no ganho:** foi determinado pela divisão do valor obtido da subtração do peso da carcaça no 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.

### **Análise econômica**

**Receita menos o custo com alimentação:** Foi determinada pela multiplicação da arroba produzida pelo valor da arroba (R\$/@) cotada no dia de abate dos animais, subtraindo desse montante o custo alimentar durante o período de confinamento.

Foram feitas análises econômicas de todas as rações experimentais, para isso determinou-se o custo com alimentação por animal/dia no confinamento, o custo de cada @ produzida durante o período experimental, bem como a receita menos o custo com alimentação (RMCA). Os preços dos ingredientes utilizados foram obtidos junto à empresa fornecedora (Cooperativa Agrária) e também via cotações realizadas pelo CEPEA-ESALQ (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – <http://www.cepea.esalq.usp.br/indicador/>) sendo, portanto cotado o preço da @ boi gordo praticada em abril de 2015 (R\$ 148,25) e pela empresa SCOT CONSULTORIA ([www.scotconsultoria.com.br](http://www.scotconsultoria.com.br)), onde foram cotados alguns custos relativos à estocagem e armazenagem do milho, assim como custos relativos a alguns processos de reidratação e ensilagem do grão de milho com base em outubro de 2015, mesmo o experimento tendo sido realizado em 2014, optou por atualizar os dados de todos os insumos e cotação da @ do boi gordo para Outubro de 2015.

Para determinação do custo por tonelada do milho seco moído e do grão de milho reidratado e ensilado, foram determinados os custos envolvidos para cada etapa de competência realizada nessas modalidades, conforme consta na tabela 4.

Tabela 4. Custo da tonelada (R\$) do grão de milho utilizado nas dietas experimentais

Parâmetro (R\$)	Milho seco fino	Milho seco moído	Silagem milho fino reidratado	Silagem milho moído reidratado
Milho grão, ton <sup>1</sup>	547,00	547,00	547,00	547,00
Moagem, Kwh/ton <sup>2</sup>	4,91	2,34	4,91	2,34
Moagem, R\$/ton	2,70	1,28	2,70	1,28
Armazenamento, ton <sup>3</sup>	3,33	3,33	-	-
Controle de pragas, ton	0,50	0,50	-	-
Reidratação, ton	-	-	0,20	0,20
Compactação, ton	-	-	1,00	1,00
Vedação, ton	-	-	9,80	9,80
Aditivo, ton	-	-	2,20	2,20
TOTAL, R\$/tonelada	558,84	554,45	567,81	563,82

<sup>1</sup>Milho – Cotação em Outubro de 2015 (fonte: Cepea/ESALQ)

<sup>2</sup>kWhora/tonelada para moagem do grão foram determinados segundo metodologia de Pozza et al. (2005)

<sup>3</sup>Armazenamento = 0,20/saca/mês e controle de pragas = 0,03/ saca/mês (fonte: Scot Consultoria)

Custo Kwh = R\$ 0,55 cotação em Outubro de 2015 (Fonte: Energisa)

Os dados de desempenho e características de carcaça foram analisados utilizando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC, SAS 9.1, 2002). Considerou-se o método de processamento do milho e a ensilagem como efeitos fixos no modelo e o animal como unidade experimental. A baia e o resíduo foram considerados como efeito aleatório. Foi incluído no delineamento estatístico o método de processamento do milho, ensilagem e a interação entre os mesmos. Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância com comparação das médias, a 5% de significância.

A análise de cada variável seguiu o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + C_j + (L*C)_{ij} + R_l(L*C)_{ij} + P_k + (L*P)_{ik} + (C*P)_{ik} + (L*C*P*)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Onde:  $Y_{ijk}$  = Variáveis dependentes;  $\mu$  = Média geral de todas as observações;  $C_j$  = efeito do processamento e reconstituição da umidade do milho grão de ordem “j”, MSF = dieta contendo milho grão seco finamente moído em peneira de 2 mm; MSM = dieta contendo milho grão seco moído em peneira de 6 mm; SMFR = dieta contendo silagem

de grão de milho reidratado finamente moído em peneira de 2 mm; SMMR = dieta contendo silagem de grão de milho reidratado moído em peneira de 6 mm;  $(L*C)_{ij}$  = efeito da interação entre a  $i$ -ésima processamento o  $j$ -ésimo constituição da umidade do grão de milho;  $Rl(TP*AC)_{ij}$  = efeito aleatório baseado na repetição dentro da combinação  $(L*C)_{ij}$  (Erro a);  $P_k$  = efeito do período de confinamento de ordem “ $k$ ”, sendo 1 = primeiro período, 2 = segundo período e 3 = terceiro período;  $(C*P)_{ik}$  = efeito da interação entre o  $j$ -ésimo processamento e reconstituição da umidade do grão de milho com o  $k$ -ésimo período de confinamento.

### Resultados

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à idade, bem como para o peso inicial dos animais (Tabela 5) demonstrando, portanto homogeneidade dos animais pertencentes a cada tratamento testado.

Não foram verificadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) sobre o peso final e ganho de peso diário (Figura 3) quando avaliada a probabilidade no tocante a ensilagem e tamanho de partícula (processamento). Também não foram verificadas diferenças sobre a interação entre a ensilagem e o tamanho de partícula.

Os valores obtidos para o ganho de peso diário (GPD) foram considerados bons, independente do resultado estatístico, haja vista que as dietas continham relação volumoso e concentrado de 50:50, sendo os valores encontrados em ordem decrescente de 1,59, 1,54; 1,48; 1,46, para os tratamentos SMMR, MSF, MSM e SMFR, respectivamente. Dietas com inclusão de milho reidratado e ensilado, quando comparado à inclusão do grão de milho seco, não promoveu alterações estatísticas significativas ( $P>0,05$ ) sobre o GPD, independente da granulometria.

Houve diferença para a eficiência alimentar ( $P= 0,01$ ) e conversão alimentar ( $P= 0,02$ ). Os animais do tratamento SMMR apresentaram maior média (0,156 kg/kg), não diferindo do SMFR (0,143 kg/kg), porém com média diferente dos tratamentos MSF e MSM, com médias de 0,132 e 0,126 kg/kg, respectivamente. Observando, portanto efeito da silagem de grãos de milho reidratado sobre a eficiência alimentar em novilhos confinados. Foi verificado efeito ( $P=0,05$ ) da ensilagem (grãos seco x grãos reidratados e ensilados) para as variáveis de eficiência e conversão alimentares, evidenciando melhores resultados para o grão de milho reidratado e ensilado, independente do processamento a qual foi submetido.

A moagem fina do grão de milho (MSF) e a ensilagem do milho moído (SMMR) não diferiram quanto ao teor de EL de manutenção, porém aumentaram ( $P < 0,05$ ) em 3,4% quando comparado a ensilagem de milho moído fino e reidratado (SMFR) e em 7,8% ao milho seco moído (MSM). Para a energia líquida de ganho não houve diferença entre os tratamentos MSF (1,40 Mcal/kg), SMFR (1,44 Mcal/kg) e SMMR (1,46 Mcal/kg), porém foram superiores ( $P < 0,05$ ) ao MSM (1,30 Mcal/kg).

Para o parâmetro conversão alimentar, houve diferença ( $P < 0,02$ ), onde os melhores resultados foram para os novilhos alimentados com milho reidratado e ensilado. Esse comportamento é explicado pelo GPD e pelo menor consumo de matéria seca (CMS) para estes tratamentos quando confrontado com as médias obtidas nos animais alimentados com grão de milho seco. Todavia, para a CA não foi verificado efeito de processamento, enquanto houve tendência de efeito de ensilagem ( $P = 0,09$ ) com diminuição na conversão.

Constatadas e admitidas às inferências sobre os parâmetros supracitados, foram verificadas diferenças ( $P < 0,05$ ) sobre o consumo de matéria seca (CMS), sendo os consumos obtidos de 10,29; 10,65; 11,38 e 11,78 kg/dia nos tratamentos SMFR, SMMR, MSF e MSM, respectivamente (Figura 2).

Os tratamentos constituídos de grão de milho reidratado e ensilado (SMFR e SMMR) não diferiram entre si para o CMS. Porém, quando comparados com os tratamentos compostos de milho grão secos houve diferenças, denotando que os animais que receberam grão de milho reidratado e ensilado demonstraram menor consumo de MS/dia. No entanto, essa condição não influenciou o ganho de peso diário (GPD), assim como o peso final dos animais.

Quanto ao consumo de nutrientes, foram constatadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos para todas as variáveis avaliadas. O consumo de proteína (kg/dia) apresentou efeito de tratamentos, sendo os valores de 1,38; 1,46; 1,27 e 1,28 para os respectivos tratamentos MSF, MSM, SMFR e SMMR, seguindo o comportamento obtido para o CMS, por se tratarem de dietas isoproteicas, com pequenas diferenças entre si. Foi verificado ainda efeito da umidade ( $P = 0,04$ ) sobre este parâmetro, evidenciando maior aporte de proteína via consumo nos tratamentos secos em detrimento aos tratamentos reidratados, não havendo efeito de processamento ( $P = 0,94$ ).

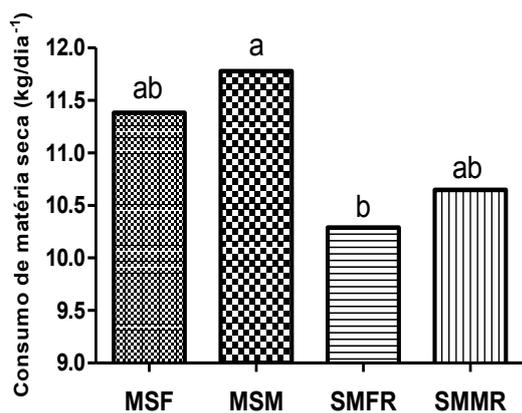


Figura 1 - Consumo de matéria seca dos tratamentos milho seco finamente moído (MSF), milho seco moído seco (MSM), silagem de grão de milho finamente moído reidratado (SMFR) e silagem de grão de milho moído reidratado (SMMR).

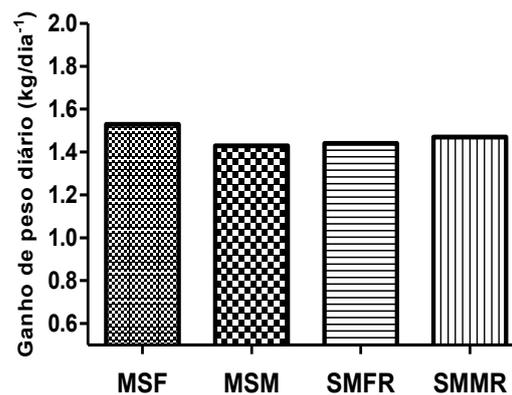


Figura 2 - Consumo de matéria seca (kg/dia) em relação à umidade (seco ou reidratado) e processamento (fino e grosso).

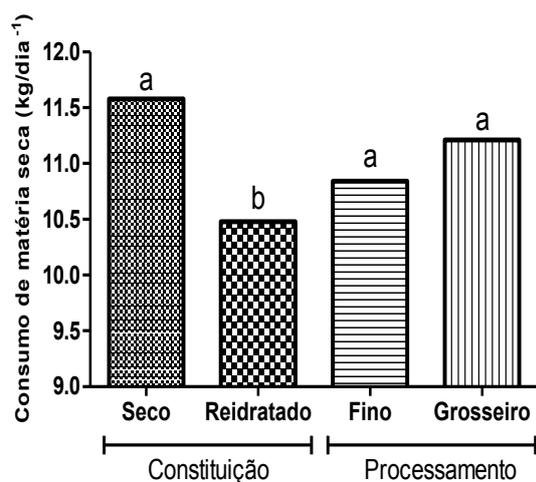


Figura 3- Ganho de peso diário médio dos tratamentos milho seco finamente moído (MSF), milho seco moído (MSM), silagem milho finamente moído reidratado (SMFR) e silagem milho moído reidratado (SMMR) do grão de milho.

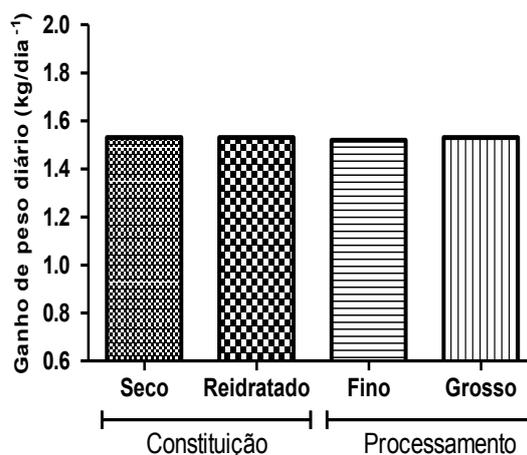


Figura 4 - Ganho de peso diário (kg/dia) em relação à umidade (seco ou reidratado) e processamento (fino e grosso) do grão de milho.

Sobre o consumo da fração fibra (FDN e FDA) verificou-se diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo que rações com grão de milho seco resultaram em maiores consumos. Foi observado também efeito de processamento (PROC) e de

ensilagem (ENS), conforme consta na Tabela 3. Os teores de FDN e FDA das rações não apresentaram isometria, principalmente o tratamento SMMR, com valores de FDN e FDA inferiores aos demais, possivelmente provenientes do processo fermentativo a qual foi submetido na conservação na forma de silagem.

O consumo de energia metabolizável (Mcal/dia) não diferiu entre os tratamentos representados pelo grão de milho seco vs. silagem do grão reidratado. Não foi verificado efeito ( $P < 0,01$ ) do teor de umidade para CEM, sendo estes valores alinhados ao que fora constatado para CMS, haja vista que há interferência direta de consumo em relação a esta variável.

Para o consumo de amido (kg/dia) não foi observado diferenças entre os tratamentos, não sendo encontrados resultados de efeito sobre o processamento físico (PROC) e ensilagem (ENS) para este parâmetro.

Tabela 5. Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento físico do milho (PROC), da ensilagem (ENS) e da interação (PROC x ENS) para as variáveis de desempenho animal e consumo de nutrientes

Variável	Tratamentos <sup>2</sup>				EPM	Valor de P <sup>3</sup>		
	MSF	MSM	SMFR	SMMR		PROC	ENS	P x E
Idade Inicial, meses	13,7	14,5	13,6	14,1	0,29	0,79	0,65	0,02
Peso Inicial, kg	373,7	375,3	374,7	373,3	3,14	0,98	0,92	0,75
Peso Final, kg	508,4	501,6	499,3	508,1	1,01	0,99	0,46	0,75
Ganho de peso, kg/dia	1,58	1,48	1,46	1,59	0,05	0,80	0,92	0,17
Eficiência alimentar, kg/kg	0,132 b	0,126 b	0,143 ab	0,156 a	0,41	0,65	<0,01	0,12
Conversão alimentar, kg/kg	7,72 ab	8,14 a	7,05 ab	6,46 b	0,35	0,81	<0,01	0,20
Energia Líquida de manutenção, Mcal/kg <sup>3</sup>	2,06 a	1,90 b	1,99 ab	2,05 a	0,16	2,88	0,20	0,08
Energia Líquida de ganho, Mcal/kg <sup>3</sup>	1,40 a	1,30 b	1,44 a	1,46 a	0,12	2,92	0,20	0,09
Consumo de matéria seca, kg/dia	11,4 ab	11,8 a	10,3 b	10,6 ab	0,14	0,28	<0,01	0,97
Consumo de PB, kg/dia	1,38 ab	1,46 a	1,27 b	1,28 b	0,01	0,94	0,04	0,05
Consumo de FDN, kg/dia	2,89 ab	3,09 a	2,64 bc	2,52 c	0,07	<0,01	0,79	0,04
Consumo de FDA, kg/dia	0,63 b	0,86 a	0,54 c	0,53 c	<0,01	0,04	<0,01	0,62
Consumo de Amido, kg/dia	3,21	3,15	3,15	3,08	0,49	0,07	0,13	0,08
Consumo de Energia Metabolizável, Mcal/dia	36,8	31,1	31,8	32,15	1,61	0,41	0,48	0,81

<sup>1</sup> Tratamento: MSF: dieta contendo milho grão seco finamente moído em peneira de 2 mm; MSM: dieta contendo milho grão seco moído em peneira de 6 mm; SMFR: dieta contendo silagem de grão de milho reidratado finamente moído em peneira de 2 mm; SMMR: dieta contendo silagem de grão de milho reidratado moído em peneira de 6 mm

<sup>2</sup> valores de energia líquida de manutenção e de ganho do milho (Zinn et al. 2002).

<sup>3</sup>P = Valores de probabilidade para diferença entre processamento (PROC); Ensilagem (UM) e interação entre processamento e ensilagem (PROC x ENS).

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa (P<0,05).

Tabela 6. Desdobramento dos efeitos de processamento do milho (PROC) e do teor de umidade (UM) para as variáveis de desempenho animal e consumo de nutrientes

Variáveis	Processamento		Ensilagem	
	Fino	Moído	Seco	Reidratado e ensilado
Eficiência alimentar, kg/dia	0,138 a	0,139 a	0,129 b	0,150 b
Conversão alimentar, kg/dia	7,40 a	7,39 a	7,94 a	6,75 b
Consumo de matéria seca, kg/dia	10,8 a	11,2 a	11,6 a	10,5 b
Consumo de PB, kg/dia	1,37 a	1,37 a	1,42 a	1,33 b
Consumo de FDN, kg/dia	3,56 b	3,80 a	3,90 a	3,47 b
Consumo de FDA, kg/dia	1,69 b	1,80 a	1,81 a	1,83 a

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

A porcentagem de amido fecal, a digestibilidade e os valores de energia líquida de manutenção e de ganho de peso estão apresentados na Tabela 7. O desdobramento dos efeitos de grau de moagem, ensilagem e interação estão dispostos na Tabela 8.

Para o parâmetro amido fecal foram constatadas diferenças entre os tratamentos. Foi observado menor teor de amido para a SMFR (2,5%), SMMR (4%), MSM (5,7%) e MSM (10,5%). Portanto, foi observada menor perda fecal por amido nas silagens de grãos reidratados comparados aos tratamentos contendo milho seco (3,27 vs. 8,11%). Houve ainda efeito de processamento físico (PROC) e da ensilagem (ENS) e, sendo também constatado efeito de interação entre PROC x ENS ( $P < 0,01$ ).

A digestibilidade total do amido (DTA) em percentual do amido ingerido apresentou diferenças entre os tratamentos ( $P < 0,01$ ). A maior DTA foi observada para o tratamento contendo SMFR (98,8%), seguido da SMMR (98, %), MSF (97,1%) e MSM (94,1%). Houve efeito de processamento e umidade, com maior DTA para milho moído fino (peneira 2 mm) em contraste ao moído (peneira 6 mm) e reidratado em comparação ao seco. Observou-se ainda efeito de interação entre o processamento x ensilagem (seco ou reidratado e ensilado).

Para as características de peso de carcaça quente, rendimento de carcaça no ganho e ganho de peso de carcaça, verificou-se efeito de tratamento, porém não houve interação e efeito do processamento e da ensilagem.

Tabela 7. Porcentagem de amido fecal, digestibilidade total do amido e energia líquida de manutenção e de ganho do milho processado através de diferentes métodos

Variável	Tratamentos <sup>1</sup>				EPM	Valor de P		
	MSF	MSM	SMFR	SMMR		PROC	ENS	P x E
% de amido nas fezes	5,70 b	10,52 a	2,54 c	4,01 bc	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
DTA <sup>2</sup>	97,1 b	94,1 c	98,8 a	98,1 ab	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
ELm, Mcal/kg	2,41b	2,31c	2,46 a	2,43 ab	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
ELg, Mcal/kg	1,70 b	1,62 c	1,75 a	1,72 ab	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

<sup>1</sup> Tratamento: MSF: dieta contendo milho grão seco finamente moído em peneira de 2 mm; MSM: dieta contendo milho grão seco moído em peneira de 6 mm; SMFR: dieta contendo silagem de grão de milho reidratado finamente moído em peneira de 2 mm; SMMR: dieta contendo silagem de grão de milho reidratado moído em peneira de 6 mm

<sup>2</sup> Digestibilidade total do amido (Zinn et al. 2002);

<sup>3</sup> Valores de energia líquida de manutenção e de ganho do milho (Zinn et al. 2002).

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa (P<0,05).

Tabela 8. Desdobramento dos efeitos de processamento do milho (PROC) e da ensilagem (ENS) e da interação entre os mesmos (PROC x ENS) para as variáveis porcentagem de amido fecal, digestibilidade total do amido e energia líquida de manutenção e de ganho do milho

Variáveis	Processamento		Ensilagem	
	Fino	Moído	Seco	Reidratado
Amido nas fezes, % na MS	4,12 b	7,26 a	8,11 a	3,27 b
DTA <sup>1</sup> , % ingerida	97,9 a	96,1 b	98,4 a	95,6 b
ELm <sup>2</sup>	2,43 a	2,37 b	2,36 b	2,45 a
ELg <sup>2</sup>	1,72 a	1,67 b	1,66 b	1,73 a

<sup>1</sup> Digestibilidade total do amido (Zinn et al. 2002);

<sup>3</sup> Valores de energia líquida de manutenção e de ganho do milho (Zinn et al. 2002).

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa (P<0,05).

Para o peso de carcaça quente as melhores médias foram encontradas para os tratamentos SMGMR e MSFM (282,75 e 282,1 kg), retratando o que também foi verificado para o peso final, porém sem diferença estatística. Já os animais com médias menores e similares estatisticamente entre eles, apresentaram 276,03 e 276,72 kg de peso de carcaça quente, referente aos tratamentos MSM e SMFR, respectivamente.

O ganho de peso de carcaça foi diferente entre os tratamentos, concordando com o resultado obtido para a variável de peso de carcaça quente, onde foi constatado melhores resultados também para os animais dos tratamentos SMMR e MSF e menores ganhos de peso de carcaça nos tratamentos MSM e SMFR.

Tabela 9. Médias dos tratamentos, erro-padrão da média e valores de probabilidade (P) do efeito de processamento do milho (PROC), ensilagem (ENS) e da interação entre os mesmos (PROC x ENS) para as variáveis relacionadas às características de carcaça

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>				EPM	Valor de P <sup>2</sup>		
	MSF	MSM	SMFR	SMMR		PROC	ENS	P x E
Peso de carcaça Quente, kg	282,1a	276,0 b	276,7 b	282,7 a	39,48	0,93	0,65	0,59
Rendimento de carcaça, %	55,5	55,0	55,4	55,6	0,10	0,83	0,60	0,52
Rendimento de carcaça no ganho, %	72,1 ab	70,2 b	73,4 ab	74,6 a	0,001	0,80	0,52	0,62
Ganho de peso de carcaça, kg/dia	1,12 a	1,06 b	1,04b	1,14 a	0,001	0,92	0,62	0,47
Eficiência alimentar de carcaça, kg/kg	0,10	0,09	0,10	0,10	0,001	0,44	0,34	0,34
Área de olho de lombo, cm	91,0	95,7	94,2	92,6	41,84	0,55	0,98	0,24
Espessura de gordura subcutânea, mm	4,57	4,70	4,25	4,94	0,87	0,20	0,91	0,38
Espessura de gordura subcutânea por ultrassonografia, mm	6,14	7,13	7,18	7,10	1,84	0,29	0,24	0,22
Marmoreio	2,40	1,78	1,92	2,05	0,27	0,16	0,54	0,23
Peso de fígado, kg	5,51	5,67	5,29	5,29	0,29	0,70	0,14	0,70
Peso de rúmen, kg	8,07	8,45	8,18	8,65	0,37	0,09	0,18	0,54

<sup>1</sup> Tratamento: MSF: dieta contendo milho grão seco finamente moído em peneira de 2 mm; MSM: dieta contendo milho grão seco moído em peneira de 6 mm; SMFR: dieta contendo silagem de grão de milho reidratado finamente moído em peneira de 2 mm; SMMR: dieta contendo silagem de grão de milho reidratado moído em peneira de 6 mm

<sup>2</sup> P = Valores de probabilidade para diferença entre processamento (PROC); Umidade (UM) e interação entre processamento e umidade (PROC x UM).

Valores de probabilidade (P) inferiores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha apresentam diferença significativa (P<0,05).

Diante do exposto sobre o desempenho e as características de carcaça em bovinos confinados recebendo dietas contendo milho seco ou dietas contendo silagem de grão de milho reidratado, houve diferenças relevantes, porém com similaridades entre os tratamentos MSM e SMMR. Dessa maneira, julgou-se importante a inclusão de uma avaliação no tocante a viabilidade econômica (Tabela 10) do processamento e ensilagem dos grãos. Foram elencados os custos operacionais envolvidos tanto no processamento à seco, quanto na reidratação e ensilagem.

Tabela 10. Análise da viabilidade econômica das rações experimentais

Índices	Tratamentos <sup>1</sup>			
	MSF	MSM	SMFR	SMMR
Peso final, @	18,8	18,4	18,4	18,8
@ produzidas no confinamento	6,34	5,89	5,95	6,40
Custo da ração/dia, R\$/boi	5,98	6,17	5,44	5,62
Custo alimentar, R\$ boi	502,34	518,35	457,18	471,81
Custo da @ produzida, R\$	79,23	88,01	76,84	73,72
Receita Bruta	939,91	873,19	882,09	948,80
RMCA <sup>2</sup> , R\$/boi	437,56	354,84	424,91	476,99

<sup>1</sup>MSF – R\$ 0,526/kg de MS; MSM - R\$ 0,524/kg de MS; SMFR - R\$ 0,529/kg de MS; SMMR - R\$ 0,527/kg de MS

@ boi gordo – R\$ 148,25 - Cotação Outubro de 2015 (fonte: Cepea/ESALQ)

<sup>2</sup>RMCA= receita menos custo com alimentação

## Discussão

O ganho de peso não foi influenciado pela ensilagem e tão pouco pelo processo de moagem. Pode-se notar que os animais que receberam as dietas contendo SMMR e MSF apresentaram médias de ganho superiores o que também refletiu em médias superiores para o peso final. Defoor; Brown e Owens (2007) não verificaram diferença sobre o ganho de peso diário utilizando rações com milho reidratado e milho seco laminado em bovinos de corte. No entanto, Huck et al. (1999), avaliando o desempenho de bovinos confinados com a inclusão de sorgo reidratado com diferentes umidades (25, 30 e 35%), relataram piora sobre a eficiência alimentar em 4% para o grão reidratado à 35% de umidade quando comparado ao milho floculado, porém sem implicar em diferenças sobre o ganho de peso diário.

Presume-se que na fase fermentativa do processo de ensilagem, há a ocorrência de proteólise da matriz proteica do grão de milho, resultando em maior disponibilidade de nutrientes. Além de possibilitar o aumento sobre a digestibilidade do amido melhorando dessa forma a eficiência no uso do grão de milho reidratado e ensilado. Esse processo de conservação pode aumentar a acessibilidade de grânulos de amido pelos microrganismos do rúmen, uma vez que as proteínas hidrofóbicas seriam parcialmente degradadas, assegurando desse modo melhoras sobre o desempenho e otimização quando do uso em dietas de bovinos (Goodrich, Byers; Meiske, 1975; Philippeau; Michalet-Doreau, 1997; Benton et al., 2004; Macken et al., 2004; Henrique et al., 2007).

A eficiência alimentar (EA) dos animais recebendo grão de milho reidratado foi superior ao milho seco moídos a 2 e 6 mm (0,150 vs. 0,129 kg/kg), sendo essa superioridade na ordem de 14%. Estes resultados são descritos em outros trabalhos, nos quais os autores revelam esse mesmo efeito quando ofertado milho reidratado ou mesmo milho úmido, ambos ensilados em contraponto ao milho seco. De acordo com a metanálise realizada por Owens et al. (1997), sobre a influência do processamento do milho na eficiência alimentar em bovinos de corte confinados, a média de eficiência alimentar para grãos reidratados foi de 10,6%.

Defoor; Brown e Owens (2007) avaliando a EA com o uso de grão de sorgo seco moído e reidratado também observaram melhores resultados para grãos reidratados e ensilados, sendo estes 15% superiores para a eficiência alimentar. No presente estudo, a melhora na eficiência alimentar é justificada pelo ganho de peso diário, o qual não foi diferente, tendo como contraponto o menor consumo de matéria seca observados nos tratamentos com inclusão de grão reidratado na dieta. Portanto, os animais alimentados com rações contendo grão de milho reidratado foram mais eficientes na utilização das dietas no tocante ao ganho de peso corporal.

No presente estudo, a moagem fina e a ensilagem de grãos de milho reidratados aumentaram a energia líquida de manutenção e ganho da ração comparada ao milho seco moído a 6 mm. Porém, as silagens de grãos de milho reidratados apresentaram menor CMS e conseqüentemente melhor eficiência alimentar. Corroborando com estes resultados, Silva et al. (2002) e Caetano (2008) em experimentos avaliando a inclusão de milho duro em dietas para a terminação de bovinos, também observaram aumento sobre a ELM e ELG em dietas contendo silagem de grãos de milho úmido comparado ao milho seco.

Com relação ao consumo de matéria seca (CMS), como destacado anteriormente, houve queda pronunciada para os animais nos tratamentos SMFR e SMMR (reidratados), quando comparados aos tratamentos MSF e MSM (secos). A explicação plausível para este resultado pode ser vinculada a “Teoria da Oxidação Hepática”, defendida por Allen, Bradford e Oba (2009). Segundo os autores, com a maior fermentabilidade do amido, há aumento na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) por unidade de matéria orgânica fermentada no rúmen, ocorrendo alterações sobre o padrão de fermentação ruminal gerando como consequência aumento na proporção molar de propionato dentre os AGCC absorvidos.

O propionato, assim como os ácidos graxos não esterificados (AGNE), são substratos extensivamente utilizados pelo fígado de ruminantes, haja vista pela necessidade de realização da gliconeogênese, pois a absorção líquida de glicose em ruminantes é mínima ou mesmo negligenciada (Emery; Liesman; Herdt, 1992). A oxidação desses substratos influencia e regula a ingestão de alimentos por meio de sinais enviados do fígado para o córtex cerebral (Allen; Bradford; Oba, 2009).

Sendo assim, se o fluxo de propionato para o fígado ultrapassar a capacidade de gliconeogênese, o propionato será oxidado (Bradford; Allen, 2007). A oxidação do propionato apresenta efeito supressor sobre o consumo, uma vez que estimula a síntese e liberação de insulina no sangue, ressaltando que os hepatócitos de ruminantes apresentam alta atividade de propionil-CoA sintetase e baixa de acetil-CoA sintetase, o que poderia explicar a falta de resposta no consumo quando o acetato foi infundido no sistema porta (Allen, 2000; Allen; Bradford; Oba, 2009).

Corroborando com os achados no presente estudo, Silva et al. (2007), avaliando 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 silagem de grãos de milho úmido apresentaram menor consumo 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 ( $P > 0,85$ ).

Em trabalhos pioneiros e com contribuições significativas para esse campo da pesquisa, Burroughs et al. (1970) e Goodrich et al. (1975), também reportaram diminuição sobre o CMS em experimentos avaliando o grão úmido ou reidratado ensilado, comparado ao grão seco moído ou mesmo laminado, porém com melhoras sobre a eficiência alimentar.

Segundo Owens e Zinn (2005) a taxa de desaparecimento *in situ* do amido no rúmen é maior em grão de milho reidratado (30 – 40%) comparado ao grão de milho seco moído ou laminado, aumentando dessa maneira a disponibilidade do amido. Esse comportamento pode ser fundamentado pela degradação da matriz proteica do endosperma, disponibilizando dessa maneira o amido para fermentação ruminal.

O maior consumo de PB, FDN e FDA nos tratamentos contendo grão de milho moído a seco, foram determinados pelo maior CMS de matéria seca. O aumento no consumo de PB foi considerado relevante, uma vez que as dietas foram isoproteicas, sendo que nos tratamentos com o grão seco (MSF e MSM) houve aumento médio na ordem 10,5%. Essa diferença expressiva no consumo de PB poderia resultar em menor performance nos novilhos que receberam milho reidratado e ensilado (SMFR e SMMR) por serem considerados precoces e com maiores exigências sobre a demanda de proteína (NRC, 2000). No entanto, não houve interferência notória sobre o desempenho dos animais. .

O CEM observado possibilitou inferir que não houve disparidade entre as dietas dos animais confinados, demonstrando dessa maneira que foram possíveis as semelhanças entre o GPD tanto para os tratamentos contendo milho seco ou silagem de grãos reidratados, porém embora numérica a diferença, o tratamento contendo SMMR apresentou o maior GPD sem no entanto ser destacado como o tratamento de maior CEM, sendo esta afirmação importante para predizer que estes animais recebendo a inclusão de silagem de milho moído reidratado (SMMR) possuem maior eficiência alimentar sobre estas condições.

Caetano (2012) avaliando a inclusão de milho moído fino comparado ao milho grão úmido ensilado, observaram resultados contrastantes com redução no consumo em 17,85% para os animais recebendo grão seco quando comparado a dieta com inclusão de grão de milho úmido, no entanto o CEM média observada foram inferiores as médias encontradas no presente estudo, tanto para as silagens de grãos como para o milho moído.

A similaridade dos tratamentos relacionado ao consumo de amido (kg/dia) deveu-se ao fato das variações encontradas sobre o CMS entre os mesmos, e como o mesmo foi calculado em virtude da % de amido na oferta e pela % de amido presente na sobra, não ficou evidente a influência da moagem (2 e 6 mm) e tão pouco do teor da ensilagem (seco ou úmido).

Os métodos de processamento realizados influenciaram o teor de amido fecal, pois tanto a moagem fina em peneira 2 mm como o processamento (peneiras 2 e 6 mm), seguido de reidratação e ensilagem, apresentaram valores inferiores para o teor de amido encontrado nas fezes dos novilhos confinados. Os tratamentos contendo SMFR, SMMR e MSF, portanto apresentaram maior digestibilidade total do amido, pois de acordo com os trabalhos propostos por Owens e Zinn (2005) e Corona et al. (2005), há uma alta correlação entre esses dois parâmetros ( $R^2=0,96$ ).

O aumento no valor energético do grão de milho com a moagem fina e a ensilagem podem não ser exclusivamente as responsáveis pelo aumento na digestibilidade do amido, pois pode haver interação entre outros componentes, como por exemplo, no presente estudo foram evidenciados menores teores das frações fibrosas (FDN e FDA) para esses processamentos, possivelmente contribuindo para o aumento da energia provinda desses grãos.

O milho seco apresentou digestibilidade média do amido de 91,89% comparado a 96,73% das dietas contendo silagem de milho com grãos reidratados, sendo também constatado o efeito de granulometria, confirmando a maior digestibilidade para partículas menores (peneira de 2 mm), com teor de amido nas fezes de 4,13% contra 7,26% para granulometria obtida na peneira de 6 mm. Reforçando desse modo as preposições sobre a maior disponibilidade do amido quando submetido a métodos de processamento físico ou ensilagem.

Dessa forma, houveram contribuições para que a disponibilidade do amido fosse maior, implicando não somente em um melhor aproveitamento do amido, mas como consequência, melhoras evidentes sobre o desempenho e também sobre a eficiência produtiva dos animais avaliados.

Segundo Owens e Zinn (2005) o teor de MS é inversamente proporcional ao teor de amido fecal. No entanto, majoritariamente foram utilizados milhos floclados, como fonte de amido, com maior capacidade de hidratação e maior digestibilidade em razão da estrutura organizacional. No presente estudo, todavia, esse efeito não foi observado, pois houve melhoras sobre a digestibilidade do amido tanto no milho moído fino quanto no processamento via silagem de grãos reidratados. De acordo com Channon; Rowe; Herd (2004) o teor de amido fecal torna-se um ótimo parâmetro para identificar e definir animais mais eficientes, justificando através de melhores desempenhos produtivos o método de processamento empregado.

A explicação para as diferenças, embora não estatísticas, sobre desempenho produtivo dos animais alimentados com grãos processados mais intensamente (seco fino ou ensilado) é que a digestibilidade total do amido foi maior, gerando dessa forma maior energia para o animal compensando assim eventuais perdas ruminais por metano e calor.

O rendimento de carcaça quente, assim como o rendimento de carcaça no ganho e peso de carcaça, foram influenciados pelo melhor desempenho (GPD e peso final) dos animais nos tratamentos MSF e SMMR. A utilização de fontes de amido com alto escape de degradação ruminal pode favorecer a maior deposição de gordura visceral, embora não avaliado este parâmetro no presente estudo, diminuindo, por conseguinte o rendimento de carcaça em bovinos de corte (Benton et al., 2004; Cooper et al., 2002; Henrique, 2007).

Milton et al. (2000) também não encontraram diferenças sobre as características de rendimento de carcaça, peso final e peso de carcaça quando comparado o milho inteiro e milho reidratado e ensilado em dietas de bovinos confinados. Também Macken et al. (2004), investigando o uso de milho reidratado e milho seco, não relataram diferenças sobre os parâmetros de carcaça nos animais terminados em confinamento. Entretanto, em um segundo experimento avaliando o milho reidratado com crescente aumento na constituição de umidade, os autores verificaram que a medida que houve aumento acima de 40% de umidade, os indicadores de desempenho, assim como características de carcaça (rendimento, peso de carcaça e gordura subcutânea) tiveram influências negativas, comparado ao milho seco e ao milho reidratado com 35% de umidade.

A eficiência alimentar de carcaça não foi influenciada pela substituição do milho fino ou grosseiramente moídos por grão de milho reidratado e ensilado, demonstrando que não houve limitação de ELg nos tratamentos com grão reidratados em virtude do menor consumo de MS constatados.

Não houve efeito do teor de umidade e do processamento físico para a gordura subcutânea para as medidas realizadas por ultrassonografia (EGSus) ou medias tomadas na carcaça (EGS). A proposta de realizar as duas medidas foi de correlacionar essas parametrizações e verificar a confiabilidade de uma em detrimento a outra, haja vista ser crescente o uso da ferramenta ultrassonográfica em avaliações e mesmo na pesquisa, pelas dificuldades inerentes em realizar essa medida no âmbito frigorífico. Todavia a correlação foi baixa ( $R^2 = 0,20$ ) para EGS vs. EGSus, discordando dos dados relatados

por Greiner et al. (2003) e Tarouco et al. (2005) com valores de correlação de 90 e 94%, respectivamente.

Essa correlação, embora abaixo de outros experimentos, pode ser justificada devido a remoção do couro ter sido realizada de maneira mecânica, podendo ter ocasionado a retirada de pedaços de gordura aderidos ao couro ou separado as camadas de gordura da carcaça. Também há convenção por parte dos técnicos de tomar medidas a partir da parte superior da banda, indicando os limites entre as camadas da gordura e o músculo. Embora a linha superior que separa o tecido represente o limite das camadas de gordura subcutânea, a profundidade das fâscias é mais distinguível em animais mais gordos (Brethour 1992; May et al., 2000).

A maior taxa de fermentação do amido no SMFR, SMMR e MSF pode ter reduzido o pH do fluido ruminal pela maior produção AGCC, diminuindo a proporção molar de acetato:propionato (Yang; Beauchemin; Rode, 2001; Corona; Owen; Zinn, 2006; Dilorenzo et al., 2011). No entanto, mesmo com a diminuição da concentração de acetato, pode não ocorrer a inibição da expressão gênica de enzimas pelo metabolismo de ácidos graxos de cadeia longa envolvidas na síntese de gordura subcutânea, pois como demonstrado, não houve diferenças sobre a deposição de gordura e ainda possibilitou a uniformidade de carcaças entre os tratamentos avaliados (Griinari, 2003; Bradford e Allen, 2004; Martel et al., 2011).

As dietas contendo SMMR e MSF resultaram em coeficientes melhores sobre a quantidade de arrobas produzidas durante o período de confinamento, no entanto, as dietas contendo silagens de grãos reidratados (SMFR e SMMR) apresentaram custos diários e custos alimentares menores às dietas com inclusão de milho seco (MSF e MSM). Pelo maior peso final e pelo custo, a dieta com SMMR apresentou maior receita bruta e maior RMCA, 25,60; 10,91 e 8,26 % superior aos tratamentos MSM, SMFR e MSF, respectivamente. Evidenciando dessa forma o maior benefício/custo desse tratamento.

### **Conclusão**

A utilização de silagem de grãos de milho moídos em peneira de 6 mm e ensilados na dieta de novilhos melhorou o ganho de peso e a eficiência alimentar em relação ao uso dos grãos secos, assim como proporcionou melhora nas características de carcaça e rendimento de carcaça no ganho, resultando em melhor viabilidade

econômica, mesmo esse método apresentando maiores custos operacionais em relação a inclusão de milho seco.

O processamento físico que resultou em partículas menores mais a ensilagem melhoraram a digestibilidade do amido e conseqüentemente diminuíram o teor de amido fecal.

### Referências

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.

ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 5, p. 3317-3334, 2009.

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

BAUMAN, D. E.; GRINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 23, p. 203-227, 2003.

BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; RODE, L. M. Effects of grain processing on the site and extent of digestion of beef feedlot finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, n. 7, p. 1925-1936, 2001.

BERGEN, R. D.; McKINNON, D. A.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultrasound. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.76, n.4, p.305-342, 1996.

BENTON, J. R.; KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. R. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Reports**, Nebraska, v. 151, p. 31-33, 2005.

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.

BRADFORD, B. J.; ALLEN, M. S. Short communication: rate of propionate infusion within meals does not influence feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 5, p. 2305-2308, 2007.

BRETHOUR, J. R. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.4, p.1039-1044, 1992.

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.

BURROUGHS, W. D. F.; PITZEN, A. H.; TRENKLE, R. L.; VETTER, C. C.; COOPER. Artificially dried shelled corn fed whole vs. rolled daily before feeding vs. High-moisture shelled corn rolled daily before feeding. Iowa State Univ. **Experiment Station Research Bulletin**, Iowa, v. 191, 1970.

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. **Efeito do processamento do milho e dos teores de fibra no desempenho de bovinos Nelore em terminação**. 2012. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, SP

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.

CHANNON, A. F.; ROWE, J. B.; HERD, R. M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Animal Production Science**, Victoria, v. 44, n. 5, 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, F. N.; 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. 86, n. 11, p. 3020-3031, 2006.

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

DEFOOR, P. J.; GALYEAN M. L., SALYER, G. B.; NUNNERY, G. A.; PARSONS, C. H. Effects of roughage source and concentration on intake and performance by finishing heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, p.1395-1404, 2002.

DILORENZO, N.; SMITH, D. R.; QUINN, M. J.; MAY, M. L.; PONCE, C. H.; STEINBERG, W.; GALYEAN, M. L. Effects of grain processing and supplementation with exogenous amylase on nutrient digestibility in feedlot diets. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 137, n. 1, p. 178-1884, 2011.

EMERY, R. S.; LIESMAN, J. M.; HERDT, T. H. Metabolism of long chain fatty acids by ruminant liver. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 122, n. 3, p. 832-837, 1992.

GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E.; CUNDIFF, L. V.; WHEELER, T. L. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and Longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, n.3, p.676-682, 2003.

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

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.

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

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

HUCK, G. L.; KREIKEMEIER, K. K.; BOLSEN, K. K. Effects of reconstituting field dried and early harvested sorghum grain on the ensiling characteristics of the grain and growth performance and carcass merit of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.77, p.1074-1081, 1999.

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.

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.

LUCHIARI FILHO, A **Pecuária da carne bovina**. 1a ed. São Paulo, 2000.134p.

MACKEN, C. N., ERICKSON, G. E., KLOPFENSTEIN, T. J., MILTON, C. T., STOCK, R. A. Effects of dry, wet, and rehydrated corn bran and corn processing method in beef finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, n. 12, p. 3543-3548, 2004.

MARTEL, C. A. TITGEMEYER, E. C.; MAMEDOVA, L. K.; BRADFORD, B. J. Dietary molasses increases ruminal pH and enhances ruminal biohydrogenation during milk fat depression. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 94, n. 8, p. 3995-4004, 2011.

MAY, S. G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W. HARRIS, J. J.; MORGAN, J. B.; GARRETT, R. P.; SAVELL, J. W. Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.78, n.5, p.1255-1261, 2000.

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, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

MILTON, T.; KLOPFENSTEIN, T. J.; JORDON, D. J.; COOPER, R.; STOCK, R. Effect of dry, wet, or rehydrated corn bran on performance of finishing yearling steers. **Nebraska Beef Cattle Reports**, Animal Science Department, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C., p. 244, 2000.

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

OWENS, F. N.; ZINN, R. A. **Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion**. pp. 78-85. Southwest Nutr. Conf., Univ. of Arizona, 2005. <http://animal.cals.arizona.edu/swnmc/2005/index.htm>.

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.

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, n.10, p.3152. 1995.

PEREIRA, M. N.; PEREIRA, R. A. N. Processamento de Milho Por Re-hidratação e Ensilagem. In: ENCONTRO CONFINAMENTO GESTÃO TÉCNICA E ECONÔMICA, 8., 2013. Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto: Coan Consultoria., 2013.15p.

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and *longissimus* muscle area. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.2758-2765, 1992.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOUREAU, B. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 68, n.1, p. 25-35, Feb. 1997.

SILVA, M.R.H.; JOBIM, C.C.; NEUMANN, M.; LEÃO, G.F.M.; COELHO M. G. AND MACIEL, G.S. Chemical composition of corn silage rehydrated and total mixed rations with different particle sizes. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 17., 2015, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: University of São Paulo, 2015. p.296-297.

TAROUCO, J. U.; LOBATO, J. F. P.; TAROUCO, A. K. MASSIA, G. D. S. Relação entre medidas ultra-sônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho-de-lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2074-2084, 2005.

TULLIO, R.R. **Estratégias de manejo para produção intensiva de bovinos visando à qualidade da carne**. Jaboticabal:Universidade Estadual Paulista, 2004. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2004

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.

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.

YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 84, n. 10, p. 2203-2216, 2001.

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.

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.; 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.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

## V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de grãos de milho reidratados apresenta-se como uma interessante alternativa em substituição ao milho seco em dietas para bovinos de corte confinados.

A prática da ensilagem de grãos deve ser rigorosamente bem planejada e executada, possibilitando assim adequada fermentação, conservação dos nutrientes, baixo índice de perdas e melhora sobre a estabilidade da silagem quando do momento de utilização, diminuindo dessa forma as perdas na utilização e possibilitando incremento sobre o desempenho animal.

A silagem de grãos obtida através do processamento físico dos grãos em peneiras com crivos de 2 mm apresentou melhores resultados sobre o perfil fermentativo e nutricional, quando comparada a silagem com grãos moídos em peneira de 6 mm.

Quanto a utilização da silagem de grãos de milho reidratados na alimentação de bovinos de corte, foi possível averiguar e constatar resultados mais favoráveis no tocante ao desempenho produtivo, características de carcaça e viabilidade econômica para a silagem de grãos de milho moídos em peneira 6 mm e reidratados, quando comparados a silagem de grãos em peneira 2 mm e a inclusão de grãos de milho seco nestas mesmas peneiras.

Em suma as silagens de grãos reidratados podem proporcionar ainda outras vantagens quando elencadas como ingrediente energético em dietas para bovinos em comparação ao milho seco, pois de maneira direta podem reduzir os custos operacionais, perdas durante o armazenamento e prováveis flutuações na qualidade e no preço durante o período de utilização.