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

**Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de
processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore
terminados em confinamento**

Rafaela Carareto

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

**Piracicaba
2011**

Rafaela Carareto
Engenheiro Agrônomo

**Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho
em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

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

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

Piracicaba
2011

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

Carareto, Rafaela

Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça nelore terminados em confinamento / Rafaela Carareto. - - Piracicaba, 2011.
104 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Confinamento animal 2. Forragem 3. Gado nelore 4. Milho 5. Nitrogênio 6. Ração
Touros 8. Uréia I.Título

CDD 636.291
C261f

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

Aos meus pais, João Roberto Carareto e Suelly Menck Carareto, aos meus irmãos Roberta e Rodrigo Carareto, que são meus exemplos de caráter, dignidade e humildade e por serem os maiores responsáveis pela minha formação pessoal e profissional;

Aos meus tios Júlio e Ciza, por tudo o que fazem por mim e por terem sido minha grande inspiração profissional,

DEDICO

Ao meu noivo Celso Henrique S. Polycarpo Filho, pelo carinho, amor, confiança e paciência que sempre demonstrou,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Flávio Augusto Portela Santos, pela orientação, confiança, amizade e todo apoio oferecido;

Ao professor Dr. Gerson Mourão, do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ e ao João Doréa pelas contribuições nas análises estatísticas do estudo;

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia que contribuíram para minha formação profissional através de seus conhecimentos, apoio e amizade;

Aos amigos da equipe de pesquisa, Alexandre Pedroso (Bolo Fofo), Cristiane Sitta, Uruk, Conçolo, Baiano, Fernanda Lopes, Mariana Peres, Rodrigo Marques, Vinícios (Goiano), Mirella (Dodói), Neto, Camila Gomes e Juninho pelo grande apoio, e ajuda na coleta de dados;

Aos demais colegas de pós-graduação, Diogo (K-Bomba), Junio César Martinez, Ricardo Goulart (Bronha), Salim Jacaúna, Rodrigo Goulart, Michele (Mirta), Yuri, Vanessa Pilon dos Santos, e Bruna Matos, pela grande amizade que resultou em momentos de alegria e descontração;

Ao meu grande amigo K-bomba (Diogo) que mesmo do outro lado do mundo continua me apoiando e incentivando.

A todos os estagiários do Nutribov e do CPZ (clube de práticas zootécnicas) pela enorme ajuda oferecida durante o período experimental;

Ao funcionário do Laboratório de Bromatologia Carlos César Alves, pela ajuda e paciência durante as análises laboratoriais;

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia em especial para Laureano Alves da Silva, por toda ajuda oferecida e apoio nos momentos de dificuldades, muito obrigada;

À bibliotecária Silvia Maria Zinsly pelas correções da tese e pela compreensão pela falta de prazo.

A toda família Polycarpo por tudo que eles fazem por mim;

Ao Celsinho por ter tido paciência, carinho, amor e muita compreensão comigo durante todas as etapas do meu doutoramento.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade da realização do curso de pós-graduação;

À Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudo concedida;

Às empresas Alltech do Brasil Ltda e Nutron, pelo apoio técnico e financeiro oferecido;

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“Todos nós quer sejamos guerreiros ou não, temos um centímetro cúbico de oportunidade que surge em frente aos nossos olhos de tempos em tempos. A diferença entre um homem comum e um guerreiro é que o guerreiro está consciente disso, e uma de suas tarefas é estar alerta, esperando deliberadamente, de forma que quando seu centímetro cúbico aparecer ele possua velocidade e a agilidade necessárias para aproveitá-lo”.

Carlos Castañeda

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE SIGLAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
Referências	19
2 DESENVOLVIMENTO.....	21
2.1 Revisão bibliográfica	21
2.1.1 Fontes de nitrogênio em rações para bovinos em confinamento	21
2.1.2 Adequação protéica.....	23
2.1.3 Características do milho brasileiro	25
2.1.4 Processamento de grãos.....	29
2.1.5 Propriedades do amido e reações durante processamento	32
2.1.6 Tipos de processamentos	34
2.1.6.1 Floculação	34
2.1.6.2 Moagem ou laminação a seco.....	36
2.1.6.3 Ensilagem de grão úmido.....	37
2.1.7 Processamento de grãos e desempenho animal	38
2.1.8 Níveis de fibra na ração e desempenho animal	41
Referências	44
3. SUBSTITUIÇÃO DA URÉIA POR FARELO DE SOJA OU URÉIA DE LIBERAÇÃO LENTA (OPTIGEN®) EM RAÇÕES RICAS EM POLPA CÍTRICA PARA BOVINOS EM TERMINAÇÃO.	55
Resumo	55
Abstract	55
3.1 Introdução	56
3.2 Material e métodos.....	59
3.2.1 Animais e instalações experimentais.....	59
3.2.2 Delineamento experimental	59
3.2.3 Rações experimentais e manejo alimentar.....	59
3.2.4 Análises químicas dos ingredientes	61

3.2.5 Coleta de dados após o abate	62
3.2.7 Análise estatística	64
3.3 Resultados e discussão	64
3.3.1 Composição química dos ingredientes	64
3.3.2 Desempenho animal e características de carcaça	66
3.3.3 Avaliação econômica das rações	69
3.4 Conclusões	70
Referências.....	71
4 PROCESSAMENTOS DE GRÃOS DE MILHO E NÍVEIS DE FORRAGEM EM RAÇÕES PARA TOURINHOS NELORE EM TERMINAÇÃO.....	73
Resumo	73
Abstract	74
4.1 Introdução.....	74
Referências.....	76
4.2 Material e Métodos	79
4.2.1 Local experimental.....	79
4.2.2 Delineamento experimental	79
4.2.3 Rações experimentais e manejo alimentar	80
4.2.4 Coleta e análise bromatológica dos ingredientes	83
4.2.5 Coleta de fezes e determinação do teor de amido fecal e digestibilidade do amido	84
4.2.6 Coleta de dados após o abate	85
4.2.7 Cálculo de energia líquida das rações	86
4.2.8 Análise dos dados	87
4.3 Resultados e Discussão	87
4.3.1 Composição química dos ingredientes	87
4.3.2 Desempenho animal e características da carcaça	88
4.4 Conclusões	97
Referências.....	98

RESUMO

Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento.

Foram realizados 2 experimentos no Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP com o intuito de se avaliar o desempenho de tourinhos Nelore em confinamento. No **experimento 1** foi avaliada a substituição da uréia (U) convencional por farelo de soja (FS) ou uréia de liberação lenta (ULL) (Optigen®) em rações de bovinos em terminação. Foram utilizados 100 tourinhos da raça Nelore (389 kg), distribuídos em 20 baias por 90 dias. As rações continham 8% de feno de Tifton (% da MS) e 65 a 69% de polpa cítrica no concentrado. Os 5 tratamentos experimentais foram assim designados (%MS): FS - ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia; U - ração com 1,7% de uréia; ULL 0,5 - ração com 0,5% de uréia de liberação lenta + 1,2% de uréia; ULL 1,0 - ração com 1,0% de uréia de liberação lenta + 0,8% de uréia; ULL 1,5 - ração com 1,5% de uréia de liberação lenta + 0,3% de uréia. A ingestão de MS, o ganho de peso diário, a eficiência alimentar, o rendimento de carcaça, a espessura de gordura subcutânea e a área de olho de lombo não foram afetados pelas fontes de N testadas ($P>0,05$). Em conclusão, o desempenho de tourinhos Nelore em terminação alimentados com rações ricas em polpa cítrica, não é melhorado com a substituição da uréia convencional por farelo de soja ou uréia de liberação lenta na ração. No **experimento 2** foram utilizados 192 animais (403 kg), distribuídos em 32 baias por 99 dias com objetivo de comparar rações contendo milho duro moído fino (M), laminado (L), ensilado (SGU) ou floculado (F), com 2 níveis de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar: 12 ou 20% da MS da ração. Não houve interação entre processamentos do grão de milho e os níveis de forragem para nenhum parâmetro avaliado ($P>0,05$). A IMS foi maior ($P<0,05$) para o tratamento L comparado como os demais. O GPD foi maior ($P<0,05$) para os tratamentos F e SGU e a EA foi maior ($P<0,05$) para os tratamentos F, SGU e M comparados com L e para o tratamento F comparado com M. O rendimento de carcaça (RC) foi maior ($P<0,05$) para os tratamentos F e M. Os maiores valores ($P<0,05$) de energia líquida de manutenção e de ganho de peso das rações foram obtidos com os tratamentos F e SGU. A digestibilidade total do amido (DTA) foi maior nas rações contendo milho floculado, intermediária com milho moído fino e com milho ensilado e menor com milho laminado ($P<0,05$). A IMS foi menor ($P<0,05$) para os tratamentos contendo rações com 12% bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração. O GPD, a EA, e o RC foram maiores nos animais dos tratamentos com 12% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração ($P<0,05$). Os valores de energia líquida de manutenção e de ganho de peso das rações foram superiores ($P<0,05$) para os tratamentos com 12% de bagaço de cana-de-açúcar na MS. A DTA não foi alterada ($P<0,05$) em função do nível de inclusão do bagaço de cana-de-açúcar nas rações. Com base nos resultados conclui-se que o milho floculado e ensilado úmido são superiores, o milho moído é intermediário e o laminado inferior como fontes energéticas para tourinhos Nelore em terminação. Rações com 12% de bagaço de cana-de-açúcar contêm maior densidade energética e permitem melhor desempenho de tourinhos Nelore na fase de terminação comparadas com rações contendo 20% de bagaço de cana-de-açúcar.

Palavras chave: Bovinos; Confinamento; Uréia de liberação lenta; Processamento de milho; Níveis de forragem

ABSTRACT

Nitrogen sources, forage levels and corn grain processing methods on diets for finishing Nellore bulls.

Two trials were conducted at the Animal Sciences Department of the University of São Paulo – Piracicaba-SP to evaluate the performance of finishing Nellore bulls. In **trial 1** soybean meal (FS) and slow release urea (SRU) (Optigen®) replaced urea (U) on diets high in citrus pulp for finishing cattle. One hundred Nellore bulls (389 kg) were grouped in 20 pens for 90 days. Diets contained (%DM) 8% Tifton-85 grass hay and 92% concentrate (65 to 69% citrus pulp). The 5 treatment diets were isonitrogenous as follow (%DM): FS – 5% soybean meal + 0.9% urea; U – 1.7% urea; SRU 0.5 – 0.5% slow release urea + 1.2% urea; SRU 1.0 – 1.0% slow release urea + 0.8% urea; SRU 1.5 – 1.5% slow release urea + 0.3% urea. Animals were grouped in blocks according to initial BW. DMI, ADG, ADG/DMI, and carcass traits were not affected by N sources ($P>0.05$). In conclusion, on high citrus pulp diets, replacing soybean meal or slow release urea for urea does not improve performance of finishing Nelore bulls. In **trial 2** 192 finishing Nellore bulls (403 kg) grouped in 32 pens were fed for 99 days to compare diets containing fine ground, dry rolled, high moisture or steam flaked flint corn and two levels (12 or 20% on DM) of sugar cane bagasse. There was no interaction between corn processing methods and diet forage levels ($P>0.05$). DMI was higher ($P<0.05$) for dry rolled corn compared to the other 3 processing methods. ADG was higher ($P<0.05$) for steam flaked and high moisture corn than for ground or rolled corn. Feed efficiency (ADG/DMI) was higher ($P<0.05$) for steam flaked corn than for fine ground or dry rolled corn, and higher ($P<0.05$) for high moisture and ground corn than for dry rolled corn. Dressing was higher ($P<0.05$) for steam flaked and ground corn than for high moisture and dry rolled corn. The highest ($P<0.05$) diet energy values were observed for steam flaked and high moisture corn. Total tract starch digestibility was highest for steam flaked, intermediate for high moisture and ground corn and lowest for dry rolled corn ($P<0.05$). DMI was lower and ADG, feed efficiency, dressing and diet energy values were higher for cattle fed 12% than 20% forage diets ($P<0.05$). Forage level had no effect on diet starch digestibility ($P>0.05$). In conclusion, steam flaked and high moisture corn are highest, ground corn is intermediate and dry rolled corn is lowest in energy for finishing Nellore bulls. Performance of finishing Nellore bulls is improved with 12% sugar cane bagasse forage diets compared to 20% forage diets.

Keywords: Nellore; Feedlot; Slow release urea; Corn processing; Fiber levels

LISTA DE SIGLAS

AF: amido nas fezes
AGV: ácidos graxos voláteis
AOL: área de olho de lombo
AU: alta umidade
BIN: bagaço de cana “in natura”
CA: conversão alimentar
DTA: digestibilidade total do amido
EA: eficiência alimentar
EE: extrato etéreo
EG: espessura de gordura
ELg: energia líquida de ganho
ELm: energia líquida de manutenção
F: floculado
FDA: fibra em detergente ácido
FDN: fibra em detergente neutro
FS: farelo de soja
FUGM: farelo úmido de glúten de milho
GPD: ganho diário de peso
I: inteiro
IMS: ingestão de matéria seca
KCl: cloreto de potássio
L: laminado
M: moído
MF: milho fino
MG: milho grosso
MM: matéria mineral
MOD: matéria orgânica digestível
MS: matéria seca

N: nitrogênio

NDT: nutrientes digestíveis totais

N-NH₃: nitrogênio amoniacal

NNP: nitrogênio não protéico

NRC: national research council

PAF: *processing adjustment factors*

PB: proteína bruta

PDR: proteína degradável no rúmen

PM: proteína metabolizável

PMic: proteína microbiana

PNDR: proteína não degradável no rúmen

PC: peso corporal

PVf: peso corporal final

PVi: peso corporal inicial

RC: rendimento de carcaça

RMCA: receita menos o custo com alimentação

U: uréia

ULL: uréia de liberação lenta

1 INTRODUÇÃO

O número de animais terminados em confinamento no Brasil ainda é pequeno, estimado em 3 milhões de cabeças em 2010 (FNP, 2010). Este número vem crescendo nos últimos anos, amparado no aumento da disponibilidade de grãos e co-produtos gerados com o crescimento significativo da agricultura brasileira. A maior oferta de grãos e co-produtos, o custo elevado de produção de alimentos volumosos e o surgimento recente de confinamentos de grande porte no país, têm aumentado o interesse por rações de terminação com teores altos de concentrado (SANTOS e MOSCARDINI, 2007).

Os custos relacionados com a alimentação dos animais durante a fase de confinamento podem representar até 70% dos custos totais da fase de terminação. Portanto, reduzir o preço da ração e ao mesmo tempo maximizar o desempenho dos animais são condições essenciais para se obter lucro durante esta fase de desenvolvimento dos animais. Dentre as várias alternativas relacionadas à redução no custo da alimentação e maximização do desempenho dos animais, serão objetos deste estudo: fontes alternativas de nitrogênio em substituição ao farelo de soja; processamentos de grãos de milho e níveis de forragem nas rações dos animais.

Com relação às fontes de nitrogênio, nos trabalhos conduzidos nos Estados Unidos, com rações típicas dos confinamentos desse país e com bovinos com alto grau de sangue taurino, a suplementação exclusiva com uréia na fase de terminação foi adequada para atender às exigências de proteína metabolizável dos animais, não havendo vantagem na inclusão de suplementos com proteína verdadeira como o farelo de soja ou de algodão na ração (SANTOS, 2006; SANTOS & MOSCARDINI, 2007). De acordo com Di Constanzo (2007), bovinos alimentados com rações com altos teores de milho, se beneficiam mais da suplementação com fontes ricas em PDR que em PNDR.

No Brasil, milho e sorgo são os principais cereais utilizados na alimentação de bovinos terminados em confinamento (SANTOS et al, 2004). A eficiência de utilização dessas rações depende principalmente do uso eficiente do amido contido nesses cereais. De modo geral, o processamento adequado dos grãos de cereais tem efeito

marcante na digestibilidade do amido em bovinos de corte (OWENS e ZINN, 2005; OWENS, 2007).

Na literatura internacional são encontradas inúmeras revisões sobre os efeitos do processamento de grãos sobre o desempenho de bovinos (THEURER et al, 1999; HUNTINGTON, 1997; ZINN et al., 2002; OWENS e ZINN, 2005). Porém, as variedades de milho utilizado nos EUA para alimentação animal são do tipo “dentado”, ou seja, contêm amido de alta digestibilidade, ao passo que as variedades utilizadas no Brasil são, na sua maioria, “duras” ou “flint”, com amido bem menos digestível. Segundo levantamento da EMBRAPA Milho e Sorgo, 80,6% das sementes de milho disponíveis no mercado são de cultivares duros ou semi-duros, sendo que as variedades dentadas representam apenas 5% dos materiais disponíveis (EMBRAPA, 2007). É de se esperar também que os métodos de processamento mais intensos, como a moagem fina, a ensilagem de grãos úmidos e a floculação sejam mais benéficos para grãos duros em relação aos dentados, uma vez que o amido de grãos duros é menos digestível do que o dos dentados (OWENS, 2007).

Quanto ao tipo de animal utilizado, ao contrário dos Estados Unidos, no Brasil predominam os animais zebuínos e há carência de dados de desempenho desses animais com rações com teores elevados em concentrado, especialmente com rações ricas em amido. Também é escassa a literatura quanto aos métodos de processamento de milho e adequação de PDR em rações de terminação formuladas com grãos de milho duro ou com co-produtos industriais como a polpa cítrica.

De acordo com Caetano et al. (2010), animais zebuínos têm menor capacidade para digerir amido que os taurinos, podendo se beneficiar mais com métodos intensos de processamento de grãos como a silagem de grãos úmidos e a floculação.

Com isso, o objetivo dos estudos a seguir é comparar o desempenho e as características de carcaça dos animais alimentados com rações contendo diferentes fontes de N, níveis de forragem e processamentos de milho.

Referências

CAETANO, M.; NUÑEZ, A.J.C.; MOURÃO, G.B.; LANNA, D.P.D. Time of collection affects starch losses in Nellore and crossbred cattle in commercial feedlots. **Journal of Animal Science**, Denver, v. 88, E-Suppl. 2, p. 697, 2010.

DI CONSTANZO, A. Implications of balancing feedlot diets for protein fractions (rdp and rup) or amino acids. **Southwest Nutrition & Management Conference**, Tucson, 22. 2007, Tempe. **Proceedings...** Tempe: University of Arizona, 2007. p.37-48.

EMBRAPA. Milho - Cultivares para 2006/2007 - <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/> Acesso em: 25 jul.2010.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **ANUALPEC 2010**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2010. p. 62.

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

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

OWENS, F.N. Grain processing and starch digestion. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – SAÚDE DO RÚMEN, 3., 2007. Botucatu. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2007. p.235-242.

SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – SAÚDE DO RÚMEN, 3., 2007. Botucatu. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2007. p. 31-47.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 255-286.

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

THEURER, C.B.; LOZANO, O.; ALIO, A.; DELGADO-ELORDUY, A.; SADIK, M.; HUBER, J.T.; ZINN, R.A. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different

densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers.
Journal Animal Science, Albany, v.77, p.2824-3281, 1999.

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

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Fontes de nitrogênio em rações para bovinos em confinamento

As fontes de compostos nitrogenados utilizadas na alimentação de bovinos podem ser classificadas como fontes de nitrogênio protéico e nitrogênio não-protéico (NNP). Quanto às fontes de nitrogênio protéico usadas em rações de bovinos, estas podem ser classificadas em fontes ricas, intermediárias ou pobres em proteína não degradável do rúmen (PNDR). De modo geral, grãos de soja, os farelos de soja, amendoim, girassol, canola e de glúten – 21 (refinazil ou prómil) são exemplos de fontes pobres em PNDR. Farelo de algodão é uma fonte intermediária. Exemplos de fontes ricas em PNDR são: farinhas de peixe, carne e ossos, pena, sangue, glúten de milho-60 (protenose ou glutenose), grãos destilados, resíduo de cervejaria, farelo de soja tratado a altas temperaturas ou quimicamente, farelo de soja extrusado e grãos de soja tostado (SANTOS e GRECCO, 2007).

O (NNP) inclui qualquer componente que contenha nitrogênio (N), porém não na forma polipeptídica das proteínas. Considera-se que todo produto que possa liberar nitrogênio amoniacal (N-NH_3) no rúmen seja potencialmente viável na nutrição de ruminantes (ANDRADE, 1984).

A uréia é a fonte de NNP mais utilizada, sendo que sua degradação libera amônia para o ambiente ruminal, servindo de fonte de nitrogênio para os microrganismos do rúmen. A amônia pode ser incorporada nos esqueletos carbônicos pelas bactérias ruminais, dando origem a aminoácidos, os quais são utilizados por estes microrganismos para a síntese de proteína.

A uréia, quando utilizada em rações de ruminantes, é rapidamente hidrolizada ao chegar no rúmen, resultando em uma elevada concentração de amônia na primeira hora após a alimentação. Porém a degradação ruminal dos carboidratos e o posterior crescimento bacteriano podem ser processos mais lentos. A maior sincronia entre estes

processos pode melhorar a eficiência de incorporação de NNP em proteína microbiana, e assim melhorar a eficiência global de uso do NNP (TAYLOR-EDWARDS et. al, 2009).

Na tentativa de sincronizar a produção ruminal de amônia com a digestão de energia no rúmen, vários estudos foram realizados buscando o desenvolvimento de compostos de liberação controlada de uréia. No entanto as fontes de NNP desenvolvidas tais como a isobutilidina monouréia (MATHISON et al., 1994), o biureto (LÖEST et al., 2001 e CURRIER et. al, 2004), a uréia tratada com formaldeído (PROKOP; KIOPFENSTEIN, 1977) e a uréia recoberta por óleo de semente de linhaça (FORERO et al., 1980), não têm se mostrado superiores à uréia convencional em termos de desempenho animal. A falta de resposta positiva pode ser devido ao fato de parte substancial do NNP destes compostos passar pelo rúmen sem ter sido convertida em amônia, reduzindo assim sua incorporação em proteína bacteriana. Também é possível que em alguns casos a formação de amônia a partir destes compostos no rúmen, embora mais lenta em relação à uréia, ainda seja rápida demais para melhorar a utilização do nitrogênio pelas bactérias ruminais (OWENS; ZINN, 1988; HENNING et al., 1993).

Mais recentemente, tem se utilizado revestimentos a base de óleo (GARRETT et al. 2005) ou de polímeros (TEDESCHI et al. 2002, GALO et al. 2003) para controlar a taxa de liberação de amônia vinda da uréia.

O produto comercial Optigen® é uma fonte de nitrogênio não protéico, recoberta por um polímero poroso biodegradável que confere ao nitrogênio uma liberação por meio de difusão, lenta e uniforme no rúmen, e sendo assim pode melhorar a função ruminal, fornecendo nitrogênio às bactérias ruminais numa velocidade que otimiza sua conversão em proteína bacteriana (AKAY et al, 2004).

Atualmente ainda há poucos trabalhos na literatura avaliando o desempenho de bovinos de corte recebendo fontes de NNP de liberação controlada. Tedeschi et al. (2002), compararam o desempenho durante a fase de crescimento e terminação de novilhas recebendo rações com níveis de NNP de liberação controlada (Optigen® 1200) que variavam de 0 até 100% de substituição da uréia convencional. Os autores concluíram que não houve melhoria no desempenho dos animais que receberam Optigen® 1200 e que mais estudos devem ser realizados a fim de descrever melhor os

efeitos biológicos dos produtos de liberação lenta no rúmen. De acordo com Taylor-Edwards et al., (2009), o uso do NNP de liberação lenta promoveu menor concentração de amônia ruminal em comparação com a uréia convencional, porém não houve diferenças no desempenho dos animais.

2.1.2 Adequação protéica

Atualmente há diversos modelos nutricionais em uso para se fazer a adequação protéica de rações de bovinos (TEDESCHI et al., 2005). De modo geral os modelos atuais como os do NRC (2000, 2001), o CNCPS (FOX et al. (2004)) e outros, estimam a síntese de proteína microbiana (PMic) no rúmen, a partir da disponibilidade de energia e de proteína degradável no rúmen (PDR). O desafio atual dos nutricionistas é atender as exigências dos microrganismos ruminais por PDR e do animal ruminante por proteína metabolizável (PM), através do fornecimento de alimentos que contenham fontes de proteína verdadeira com diferentes taxas de degradação ruminal, e nitrogênio não protéico, sem gerar excreção excessiva de nitrogênio (N) (VASCONCELOS et al., 2007). Para atender as exigências do animal ruminante por PM, é imprescindível maximizar a síntese ruminal de PMic, uma vez que essa fração é a principal componente da PM utilizada pelos bovinos.

Uma das características marcantes da microbiota ruminal é sua capacidade de sintetizar proteína verdadeira a partir de fontes de nitrogênio não protéico (NNP), como a uréia, o que viabiliza a utilização deste composto como fonte de PDR nas rações para bovinos, especialmente rações formuladas para animais em terminação. Além disso, rações formuladas com milho como principal suplemento energético, via de regra são deficientes em PDR, de forma que o uso de milho com uréia em rações para terminação em confinamento é uma alternativa bastante interessante do ponto de vista nutricional. No entanto, ainda não se sabe com precisão quais os níveis mais adequados de PDR para síntese de PMic em animais na fase de terminação (COOPER et al., 2002; SATTER et al., 2002; ZINN et al., 2003; VASCONCELOS et al., 2007). Zinn e Shen (1998) propuseram que para atender as necessidades de bovinos em confinamento, é preciso fornecer no mínimo 100g de PDR para cada kg de matéria

orgânica digestível (MOD) a fim de maximizar a digestão de MO e a eficiência de síntese de PMic. Este valor é menor que o proposto pelo NRC, de 130g de PDR por kg de NDT.

Cervieri et al. (2001) obtiveram melhores respostas em desempenho de bovinos confinados na fase de crescimento quando se forneceu PDR a partir de fontes de proteína verdadeira em comparação à uréia. Devant et al. (2001) afirmaram que a utilização de uréia em rações para terminação com alto teor de concentrado, especialmente quando associada a uma fonte de proteína verdadeira, contribui para o aumento da eficiência de síntese de PMic. Já Knaus et al. (2001) propuseram que a uréia pode ser utilizada como única fonte suplementar de N para bovinos em fase de crescimento recebendo rações com alto teor de concentrado, à base de grãos de milho, desde que não haja restrições de consumo e as condições ruminais permitam maximização da síntese de PMic. Quando a ração de terminação contém suplemento energético que propicia alta disponibilidade ruminal de energia, como grãos de milho intensamente processados (floculação, alta umidade, moagem fina), é provável que o fornecimento de fontes de NNP resulte em desempenho similar ao obtido com fontes de proteína verdadeira (Di CONSTANZO, 2007; GABARRA et al., 2007; SANTOS, 2006; ZINN e SHEN, 1998). Além disso, a substituição, parcial ou total, das fontes tradicionais de PDR por uma fonte de NNP, como a uréia, pode reduzir significativamente o custo da suplementação protéica.

Na revisão de Santos (2006) foi relatado de forma consistente que bovinos em terminação alimentados com rações contendo teores altos de amido apresentam desempenho satisfatório quando a proteína suplementar da ração é fornecida via uréia, não havendo vantagem da inclusão de fontes de proteína verdadeira como o farelo de soja ou de algodão.

A adequação de PDR na ração de bovinos em terminação tem impacto decisivo no desempenho dos animais. Os teores ideais de PDR variam conforme a degradabilidade ruminal da fonte de energia. Quanto maior a degradabilidade do carboidrato maior a exigência em PDR na ração. Em rações com milho laminado, que possui amido pouco degradável no rúmen, os teores de PB da ração para otimizar o desempenho foram inferiores a 12%. Em rações com milho moído fino, floculado ou

ensilado, os teores ótimos variaram de 13 a 13,5% (SANTOS, 2006; Di CONSTANZO, 2007).

Outro aspecto importante, que sempre deve ser lembrado, é que os ruminantes têm capacidade de reciclar N para o interior do rúmen, a partir da corrente sanguínea, de forma que PDR não é a única fonte de N para os microrganismos ruminais. Essa característica possibilita aos animais ruminantes sobreviverem por determinados períodos em condições nas quais suas rações têm teor de N extremamente reduzido (abaixo de 7% da MS). De maneira geral a reciclagem de N para o fluido ruminal equivale a 10 a 15% da ingestão total de N. A uréia entra no rúmen pela saliva e por difusão através da parede ruminal (RUSSEL et al., 1992). Dessa forma, quando se faz o balanceamento de rações para ruminantes é necessário levar em conta o N reciclado, de forma a se fornecer a quantidade correta de PDR para atender às exigências microbianas, otimizando a dinâmica da fermentação e o crescimento microbiano (VASCONCELOS, et al., 2007), bem como reduzindo a emissão de N para o ambiente.

Segundo Yan et al. (2007), a excreção de N por unidade de peso corporal (PC) está positivamente relacionada à ingestão de N como proporção da ingestão total da MS, de energia bruta ou de energia metabolizável. O aumento no teor de N na MS da dieta total em 1g/kg MS poderia aumentar a excreção de N em 0,0089g/kg PV. Por outro lado, reduzir o teor de N na dieta, especialmente na forma de PDR, pode restringir a atividade microbiana ruminal, com conseqüente redução de consumo e desempenho (Yan et al., 2007). O desafio é buscar um equilíbrio entre a necessidade de atingir bons índices de desempenho e a necessidade de reduzir a emissão de poluentes.

2.1.3 Características do milho brasileiro

Milho (*Zea mays* L.) é uma espécie da família das gramíneas, sendo o único cereal nativo do Novo Mundo. Em razão de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, é o terceiro cereal mais cultivado no planeta. No Brasil são colhidos em média 12 milhões de hectares a cada safra, o que coloca o país com a terceira posição no ranking mundial de área colhida. Devido à sua multiplicidade de

aplicações, tanto na alimentação humana como animal, tem relevante papel socioeconômico, além de ser matéria-prima básica para diversos complexos agroindustriais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Nas principais regiões produtoras de milho do mundo, o milho cultivado é quase em sua totalidade do tipo dentado (Dent - *Zea mays* ssp. *Indentata*) enquanto o milho cultivado no Brasil é predominantemente do tipo duro (*flint* - *Zea mays* ssp. *Indentura*) (CORREA et al., 2002). Grãos de milho do tipo dentado possuem amido mole e poroso e têm baixa densidade. Com a perda de umidade do grão, durante o processo de maturação fisiológica da planta, o endosperma farináceo e macio reduz o seu volume mais do que as camadas duras no lado do endosperma, assim se origina a indentação, pelo enrugamento do endosperma no topo da semente (Figuras 1 e 2). Grãos do tipo duro (ou *flint*) têm endosperma duro ou cristalino ocupando quase todo o seu volume e baixa proporção de endosperma farináceo. A vitreosidade é definida como a proporção de endosperma duro (vítreo) com relação ao endosperma total, grãos duros têm alta vitreosidade e densidade.

Figura 1 e 2: Milho dentado com indentação típica no topo do grão e endosperma farináceo (1) e milho duro (*flint*) com topo do grão arredondado e alta proporção de endosperma vítreo (2)

Figura 1- milho dentado

Figura 2 – Milho *flint*

A dureza do endosperma é determinada pela composição protéica do grão. Os grânulos de amido dentro das células estão envoltos por uma matriz protéica e a densidade da matriz varia com a localização das células no grão. A matriz é esparsa e fragmentada no endosperma farináceo, densa e bem desenvolvida na região vítrea. Na porção farinácea os grânulos de amido estão mais acessíveis ao ataque enzimático. A

interação com a proteína pode reduzir a susceptibilidade do amido à hidrólise enzimática, reduzindo a digestibilidade deste carboidrato. (HARMON; TAYLOR, 2005).

Sabendo das características de cada grupo genético, o melhorista deve escolher o germoplasma mais adequado aos seus propósitos. Nas condições brasileiras, a introdução de novos germoplasmas tem contribuído sobremaneira para o crescimento do potencial de produção em relação às cultivares tradicionais, e também tem possibilitado a incorporação de genes para conferir resistência às principais pragas e doenças em ambientes tropicais (GAMA et al., 2003), razões pelas quais o milho *flint* geralmente é escolhido.

Existem evidências de que quanto maior a vitreosidade do grão de milho menor a degradabilidade ruminal do amido. Em trabalho conduzido por Correa et al. (2002), cinco híbridos brasileiros, representando extremos de dureza do grão, foram cultivados no Brasil, colhidos no estágio maduro e transportados aos Estados Unidos. Quatorze híbridos americanos foram cultivados no Wisconsin e colhidos em três estádios de maturação: metade de linha do leite (ML), linha preta (LP), e 21 dias depois da linha preta (maduro; MD). A vitreosidade dos grãos foi determinada por dissecação manual do endosperma. Três híbridos americanos e três brasileiros, todos no estágio MD de maturidade, foram selecionados para representar os extremos de vitreosidade e degradados *in situ* em três vacas Holandesas em lactação com fístula ruminal. A vitreosidade dos cinco híbridos brasileiros no estágio maduro variou de 64,2 a 80,0 % do endosperma, com média de 73,1, maior que a média encontrada nos 14 híbridos americanos, 48,2, oscilando de 34,9 a 62,3. Nosso híbrido menos vítreo teve maior vitreosidade que o mais vítreo dos Estados Unidos. O amido instantaneamente degradável no rúmen foi cinco vezes maior nos híbridos americanos que nos híbridos brasileiros (Tabela 1). A velocidade de degradação do amido e da matéria seca dos híbridos brasileiros foi aproximadamente um terço do valor dos híbridos americanos. A extensão de degradação ruminal dos híbridos brasileiros (disponibilidade) foi de 20 a 30 pontos percentuais inferiores à dos híbridos americanos.

Tabela 1 - Cinética da degradação ruminal de grãos de milho de híbridos dos Estados Unidos (EUA) e do Brasil (BRA). Três híbridos foram selecionados de cada país para representar extremos de vitreosidade

	BRASIL	EUA	Valor P
Matéria seca			
A (%)	14,1	31,0	< 0,001
B (%)	80,8	64,6	< 0,001
C (%)	5,2	4,4	0,48
Kd de B (/h)	0,07	0,18	< 0,001
Disponibilidade	51,0	74,1	< 0,001
Amido			
A (%)	6,1	31,0	< 0,001
B (%)	91,5	68,3	< 0,001
C (%)	2,4	0,8	0,07
Kd de B (/h)	0,07	0,19	< 0,001
Disponibilidade	48,5	77,4	< 0,001
Vitreosidade (% do endosperma)	73,2	47,0	0,05
Densidade (g/cm ³)	1,265	1,2	0,09

Fonte: Adaptado de Correa et al. (2002)

A = Fração instantaneamente degradável. B = Fração lentamente degradável. C = Fração indigestível. Kd = velocidade de degradação da fração B. Disponibilidade = $A+B[Kd/(Kd+Kp)]$. Kp de 0,08/h

A correlação entre vitreosidade e degradabilidade ruminal foi negativa e alta (Gráfico1), e teve comportamento bem semelhante ao observado por pesquisadores franceses trabalhando com outra população de plantas (PHILIPPEAU e MICHALET-DOUREAU, 1998).

Gráfico 1 - Vitreosidade do grão e disponibilidade ruminal do amido avaliado *in situ* em híbridos norte americanos (♦) e três brasileiros (•). Disponibilidade = $108.2 - 0.7605 \times \text{Vitreosidade}$. $R^2 = 0.87$. Disponibilidade (% do amido) = $A + B [K_d / (K_d + K_p)]$. K_p de 0,08/h. Fonte: Adaptado de Correa et al. (2002)

Sendo assim, o valor energético das cultivares nacionais (*flint*), deve ser inferior aos valores tabulares do NRC (1996) gerados a partir de estudos com milho dentado.

2.1.4 Processamento de grãos

O processamento de grãos na alimentação animal tem sido praticado pelo homem há vários anos e sua finalidade é melhorar o aproveitamento de alguns alimentos pelos ruminantes, principalmente os bovinos (HALE, 1973; ORSKOV, 1986). Há diversas maneiras de processar os grãos, segundo Hale (1973), os métodos são classificados em processamento a seco e úmidos. Desta forma quebrar, moer, tostar e peletizar são exemplos de processamentos a seco, e flocular, explodir e cozer sob pressão são práticas úmidas.

De acordo com levantamento realizado nas edições do *Journal of Animal Science* publicadas nos anos de 1910 a meados de 2010, onde foram identificados todos os trabalhos que envolviam processamentos de grãos em rações para ruminantes

(total de 146 trabalhos), constatou-se que os primeiros trabalhos foram publicados no final da década de 50. Porém à partir de meados da década de 80 é que notamos maior constância no número de publicações (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Número de trabalhos publicados no *Journal of Animal Science* envolvendo processamento de grãos em rações para ruminantes entre os anos de 1910 a meados de 2010

Em pesquisa realizada com 29 consultores, responsáveis pelo manejo nutricional de 18 milhões de bovinos em confinamento nos EUA, Vasconcelos e Galvany (2007) relataram que todo o milho utilizado nas rações sofria algum tipo de processamento, sendo os mais comuns a floculação, a ensilagem do grão com alta umidade e a laminação a seco.

Os grãos de cereais são os principais alimentos energéticos utilizados em rações de bovinos em confinamento e o amido representa de 60 a 70% da maioria dos grãos de cereais (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986), portanto, maximizar o uso deste nutriente é fundamental para se obter alta eficiência alimentar dos animais confinados (THEURER, 1986; HUNTINGTON, 1997; OWENS et al., 1997). A digestibilidade do amido é afetada por vários fatores, principalmente tipo de grão de cereal, teor de amilopectina e de amilose, camada externa do grânulo, presença de uma matriz

protéica revestindo o grânulo de amido e método de processamento do grão (THEURER, 1986; HUNTINGTON, 1997; OWENS, et al. 1997).

Huntington, 1997, revisou trabalhos publicados entre os anos de 1986 a 1995 que apresentavam os coeficientes de digestibilidade do amido de diversos grãos submetidos a vários métodos de processamento (Tabela 2). De acordo com sua revisão, processamentos adequados dos grãos resultam em aumento da degradação ruminal do amido bem como da sua digestão no pós-rúmen, conseqüentemente há aumento de digestão total do amido e melhor desempenho animal.

Tabela 2 – Coeficientes de digestibilidade do amido publicados entre os anos de 1986 a 1995

		Digestibilidade			
		Rúmen	Pós rúmen		
Tipo Grão	Processamento	% consumido	% consumido	% entrou	TratoTotal %
Milho	Laminado seco	76,2 +- 7,9	16,2+- 6,7	68,9+-18,4	92,2 +- 3,0
	Floculado	84,8 +- 4,1	14,1+-3,7	92,6+-4,1	98,9+- 0,8
	Laminado vapor	72,1	19,0	68,2	91,2
	Alta umidade	89,9	6,3	67,8	95,3
	Grão	49,5	44,0	86,5	93,5
Sorgo	Laminado seco	59,8+-12,0	26,1+-11,4	62,5+-16,2	87,2 +-5,4
	Floculado	78,4	19,6	89,9	98,0
	Alta umidade	73,2	19,6	46,1	92,8
	Grão	70,0	15,4	51,0	91,0

Fonte: Adaptado de Huntington, 1997.

O processamento de grãos de cereais como o milho e o sorgo, altera o sítio de digestão do amido, aumentando a porção do amido total que é digerido no rúmen em detrimento do intestino delgado. Isso pode ser uma desvantagem, uma vez que em virtude da ausência de perdas via metano e calor, a digestão intestinal do amido seria energeticamente 42% mais eficiente que a digestão ruminal de acordo com Owens et al (1986). Em materiais processados adequadamente, de 70 a 85% da digestão do amido ocorre no rúmen. A explicação para o melhor desempenho dos animais quando alimentados com grãos processados mais intensamente é que a digestibilidade total do

amido é maior, gerando maior energia para o animal, compensando as perdas ruminais por metano e calor. Outro fator que pode contribuir para o melhor desempenho é o aumento da síntese de proteína microbiana no rúmen e conseqüente maior fluxo de proteína metabolizável para o intestino.

2.1.5 Propriedades do amido e reações durante processamento

O amido é um polissacarídeo com função de reserva de energia para os vegetais e atualmente de 70-80% da energia calórica consumida pela população mundial provém do amido (WEBER et al. 2009). É obtido de sementes de milho, trigo, arroz, cevada, de tubérculos e raízes, particularmente de batata, batata-doce e mandioca. A molécula de amido é composta por dois principais tipos de moléculas: amilose e amilopectina. A amilose é um polímero linear com ligações alfa 1,4 entre as suas unidades de glicose. A proporção de amilose no amido pode variar de 0 até 80%, dependendo da espécie e das variações genéticas dentro das espécies. Grãos que são utilizados na alimentação animal apresentam de 20 a 30% de amilose, já os cereais cerosos apresentam reduzida ou nenhuma quantidade de amilose (ROONEY E PFLUGFELDER, 1986). A amilopectina é um polímero maior e ramificado, com cadeias lineares de D-glicose (alfa 1,4) e com pontos de ramificações (alfa 1,6) a cada 20 a 25 moléculas de glicose. A amilopectina é o principal constituinte do milho, da cevada e do sorgo, segundo Rooney e Pflugfelder, 1986, na maioria dos cereais há pelo menos de 70 a 80% do amido de amilopectina.

As moléculas de amilose e amilopectina são mantidas unidas através de pontes de hidrogênio, resultando em grânulos de amido com estrutura altamente organizada (NOCEK E TAMMINGA, 1991). Cada espécie vegetal produz grânulos de amido com determinadas características, como tamanho, forma e propriedades. Os grânulos são pseudocristais que possuem regiões cristalinas e amorfas, as quais podem influenciar na utilização do amido. A região cristalina, também chamada de micelar, é organizada e composta principalmente de amilopectina. Já a região amorfa é rica em amilose e apresenta menor densidade que a área cristalina (ROONEY E PFLUGFELDER, 1986).

A função exata da amilose no grânulo de amido é desconhecida. Materiais cerosos quando são aquecidos em água incham mais que os não cerosos, indicando que a amilose tem papel restritor no inchaço do grânulo. Segundo Rooney e Pflugfelder, (1986), é possível que as moléculas de amilose orientem elas mesmas dentro dos cristais de amilopectina, promovendo aumento das ligações de pontes de hidrogênios intermoleculares, o que poderia ser fator limitante ao inchaço do grânulo e a hidrólise enzimática.

Os grânulos de amido sofrem processo chamado de gelatinização quando há perda irreversível de sua estrutura nativa em função de alguma energia aplicada, que será responsável pela quebra das pontes de hidrogênio intermoleculares. A gelatinização pode ser provocada por diversos fatores, como por exemplo, agentes térmicos, mecânicos, químicos ou então por possíveis combinações entre os mesmos. Durante a gelatinização os grânulos absorvem água, incham, expõem parte da amilose e tornam-se mais susceptíveis à degradação enzimática (ROONEY E PFLUGFELDER, 1986).

A retrogradação pode ser considerada o oposto da gelatinização, ou seja, é a reassociação das moléculas de amido que foram separadas durante a gelatinização. São formadas pontes de hidrogênio entre a amilose e parte da amilopectina, porém o amido que passa por este processo não tem a característica pseudocristalina do amido "in natura". O grau de retrogradação depende de vários fatores, como a estrutura da amilopectina e da amilose, umidade do grão, temperatura, agentes atuantes em ligações, como lipídios, e a concentração de amido. O grão pode ter sua digestibilidade diminuída quando passa por este processo (FRENCH, 1984; ROONEY E PFLUGFELDER, 1986).

A dextrinização pode ocorrer durante processamento dos grãos por calor a seco. As dextrinas são pedaços de amilose e amilopectina que são formadas devido ao aquecimento do amido seco em presença de alguma umidade, ácidos ou sais. O amido formado tem consistência pegajosa e é parcialmente solúvel em água (ROONEY E PFLUGFELDER, 1986).

2.1.6 Tipos de processamentos

2.1.6.1 Floculação

Há relatos de que a floculação teve início oficialmente nos EUA no ano de 1962 (John Matsushima, ex-professor da universidade do Colorado). O primeiro trabalho publicado no *Journal of Animal Science* sobre floculação de sorgo e cevada foi na década de 60, de HALE et al (1966).

A floculação é um processo intenso que exige maior controle de qualidade que outros processamentos como a laminação a seco e a vapor. Neste processo, o grão é exposto ao vapor por 30 a 60 minutos em uma câmara vertical, de aço inoxidável cujas dimensões são geralmente 3,1 a 9,2 m de altura e 91 a 183 cm de diâmetro. Nesta etapa o grão adquire de 18 a 20% de umidade e em seguida é floculado entre os cilindros pré-aquecidos até que se obtenha a densidade desejada. Os cilindros são aquecidos devido à própria passagem dos grãos que foram expostos ao vapor (THEURER et al. 1999).

De acordo com os trabalhos revisados, existe uma faixa ideal de intensidade do processo de floculação para os grãos de milho e sorgo para bovinos de corte. A recomendação para bovinos em terminação confinados, recebendo rações ricas em grãos, é flocular o milho ou sorgo para se obter uma densidade entre 310 a 360g/l (HUNTINGTON, 1997; REINHARDT et al., 1998; SWINGLE et al, 1999; THEURER et al., 1999; BROWN et al., 2000a; ZINN, et al., 2002;). Materiais menos processados (maiores densidades) não apresentam resultados satisfatórios, por não aumentarem suficientemente a digestibilidade do amido. Materiais excessivamente processados (menores densidades) também prejudicam o desempenho animal, provavelmente por aumentarem os riscos de acidose ruminal, além de resultar em custos mais elevados de processamento. Zinn, et al. (2002) revisaram 64 trabalhos e determinaram a relação entre densidade do floco e a porcentagem da digestão ruminal e total do amido (DRA e DTA), (Gráficos 3 e 4).

Gráfico 3 - Relação entre densidade final do floco e digestão ruminal do amido. (Adaptado de Zinn et. al, 2002)

Gráfico 4 – Relação entre a densidade final do floco e digestão do amido no trato total (DTA). (Adaptado de Zinn et. al, 2002)

A floculação do milho causa gelatinização do amido, por meio da ruptura das pontes de hidrogênio intermoleculares, aumenta a superfície do grão sujeita ao ataque

microbiano e provoca o rompimento da matriz protéica do grão, resultando em maior digestão do amido (THEURER et al. 1999).

2.1.6.2 Moagem ou laminação a seco

A moagem fina e grosseira são exemplos de processamentos mecânicos, onde há fragmentação da partícula do grão resultando em aumento da superfície de contato e rompimento parcial da matriz protéica que envolve o grânulo de amido. A moagem pode resultar em diversos tamanhos médios de partículas, dependendo da malha das peneiras utilizadas durante o processamento e do tipo de moinho utilizado, que podem ser moinhos tipo “martelo” ou “rolos”.

Os moinhos tipo martelo são os mais usados nos confinamentos nacionais e podem realizar a moagem fina (fubá) ou grosseira. A moagem fina do milho facilita a mistura da ração, aumenta a taxa de digestão e conseqüentemente reduz as quantidades de milho perdido nas fezes dos animais. Com a moagem grossa, o milho processado apresenta menor segregação na ração, pode permanecer mais tempo no ambiente ruminal e os animais podem ter maior estímulo mastigatório, porém apresenta menor digestibilidade do que o milho fino. Segundo Yu et al., (1998), o tamanho médio das partículas do milho moído fino é próximo a 1,2mm e para o milho moído grosso de 3,0 mm.

O moinho de rolo, ou laminador, é uma máquina que reduz gradualmente a granulometria do material processado. Dentro da máquina, há um, dois ou três pares de rolos ondulados e moldados, que são sustentados em cada extremidade pelos rolamentos dos rolos cilíndricos e são responsáveis pela laminação do material. Segundo Mendes e Mendo (2009) com o uso de rolos ao invés de martelos, há redução no consumo de energia de aproximadamente 90% por tonelada de grão processado. Os sistemas são todos de baixa rotação e os rolos entram em contato com os grãos apenas uma vez, resultando em partículas mais homogêneas do que nos moinhos de martelos e sem necessidade de peneirar o material. Outro benefício desses equipamentos seria a redução nas perdas devido a pulverização, que pode chegar até 5% em moinhos de martelo durante a moagem dos grãos.

2.1.6.3 Ensilagem de grão úmido

Nos Estados Unidos a silagem de grãos úmidos já é utilizada por muitos confinadores. De acordo com levantamento realizado nas edições do *Journal of Animal Science* entre os anos de 1910 a julho de 2010, o primeiro trabalho comparando milho de alta ou baixa umidade foi no ano de 1958 (“The comparative feeding value of high moisture corn and low moisture corn with different feed additives for fattening beef cattle”. W. M. Beeson and T. W. Perry). No Brasil, segundo Kramer e Voorsluys (1991) esta técnica foi introduzida no início da década de 80, no estado do Paraná, inicialmente na alimentação de suínos e mais tarde utilizada na alimentação de bovinos leiteiros e de corte, porém os primeiros trabalhos científicos são da década de 90 (JOBIM, C.C. 1996; JOBIM et al. 1997; JOBIM et al. 1999).

A ensilagem de grão úmido consiste na colheita dos grãos logo após a maturação fisiológica (Mader, et al. 1983), ocasião em que apresentam teor de umidade ao redor de 28%. A maturação fisiológica caracteriza-se pelo momento em que cessa a translocação de nutrientes da planta para os grãos, determinado pela ocorrência da camada preta na base dos mesmos (TOLEDO, 1980 e COSTA et al. 2002). Por outro lado, Jobim et al. (2001), afirmam que a maturação fisiológica e o ponto ideal de colheita é quando os grãos apresentarem de 32 a 35% de umidade. A tecnologia de ensilagem de grão deve seguir o mesmo princípio (fermentação anaeróbica) daquela utilizada para conservação de qualquer forrageira. Devem-se tomar todos os cuidados em relação à colheita, ao carregamento, vedação e posterior descarregamento no silo (JOBIM et al. 2001).

Segundo Jobim et al. (2001), esta técnica de armazenamento pode contribuir na solução de graves problemas relacionados com o armazenamento dos grãos nas fazendas, onde normalmente ocorrem perdas qualitativas e quantitativas em função do ataque de insetos e ratos. Outra vantagem seria a antecipação da retirada da cultura na área plantada, permitindo melhor aproveitamento da área e favorecendo a rotação de culturas.

A composição química da silagem de grãos úmidos irá depender, dentre outros fatores, do teor de umidade no momento da colheita e da proporção de sabugo presente (JOBIM et al. 1997).

Os grãos de milho, mesmo quando são triturados ou quebrados, são protegidos pelo pericarpo, o qual é mais resistente à degradação microbiana e digestão enzimática no intestino delgado. Quando o grão de milho é devidamente ensilado, há aumento na digestibilidade de amido do grão devido à fragilização e rompimento da matriz protéica que envolve os grânulos de amido no endosperma periférico. O amido pode também sofrer o processo de gelatinização, aumentando a sua susceptibilidade ao ataque enzimático (SIMAS, 1997).

2.1.7 Processamento de grãos e desempenho animal

Segundo Zinn et al. (2002), a floculação adequada dos grãos de milho dentado, resulta em aumentos de 15% no teor de energia líquida de manutenção e de 18% no teor de energia líquida para ganho em comparação com a laminação a seco. De acordo com a revisão de Owens et al. (1997), para bovinos confinados na fase de terminação, a floculação reduziu o CMS, não afetou o GPD e melhorou a eficiência alimentar com o milho em 10% e com o sorgo em 15% em comparação com a laminação a seco. Segundo Zinn et al. (2002), o NRC (1996) subestima o valor energético do milho floculado e superestima o do milho laminado a seco.

Trabalhos mais recentes também têm confirmado as vantagens da floculação do milho sobre a laminação a seco (Tabela 3). A melhora de 9,7% na eficiência alimentar com a floculação está de acordo com os dados revisados de Owens et al. (1997). Entretanto, os trabalhos da Tabela 3 mostram pequeno efeito negativo da floculação no CMS (-2,9%) e aumento expressivo no GPD (+9%), principal responsável pela melhora da eficiência alimentar. De modo geral, nos trabalhos da Tabela 1, o milho foi floculado dentro de uma faixa de densidade considerada ideal atualmente (ZINN et al., 2002). Nos trabalhos revisados por Owens et al. (1997), houve uma variação muito maior nas densidades de floculação.

Tabela 3 - Efeito da Floculação do milho no desempenho de bovinos confinados em comparação com a Laminação a Seco (MLS)

Referência	Teor de concentrado na ração, % da MS	Variação em CMS, %	Variação em GPD, %	Variação em GPD/CMS, %
Barajas & Zinn (1998)	88	-9,2	+7,6	+17,2
Brown et al. (2000)	90	-1,2	+17,7	+19,8
Brown et al. (2000)	90	0	+8,2	+7,8
Scott et al. (2003)	92,5	0	+3,4	+4,3
Scott et al. (2003)	92,5	0	+10,2	+8,4
Macken et al. (2004)	93	-1,48	+ 15,2	+ 16,9
La Brune et al. (2008)	92	+1,0	+17,3	+12,5
Leibovich et al. (2009)	97,44	- 6,32	+1, 265	+ 7, 692
Corrigan et al. (2009)	92,5	-8,91	+0,6%	+ 10,44
Média	91,31	-2,9	+8,99	+12,17

Nos trabalhos mais recentes conduzidos com processamento de grãos nos Estados Unidos tem se estudado os efeitos de métodos de processamento em rações com co-produtos como o farelo úmido de glúten de milho, conhecido comercialmente no Brasil como Refinazil ou Promil (LOE et al. 2006;. FARRAN et al. 2006; PARSONS et al. 2007; JACOB et al. 2008 e LOZA et al. 2010) e resíduo úmido ou seco de destilarias de milho e sorgo (DEPENBUSCH et al. 2009; LEIBOVICH et al. 2009; MAY et al. 2009; CORRIGAN et al. 2009; HERSOM et al. 2010; BERGER et al. 2010; MAY et al. 2010 e UWITUZE et al. 2010)

No Brasil o uso da floculação em confinamentos de bovinos de corte é recente e ainda pouco expressivo. Em trabalho recente, Pedroso et al. (2010), a floculação do milho *flint* reduziu o consumo de MS e aumentou o GPD, resultando em 20,5% de aumento na eficiência alimentar de tourinhos Nelore em terminação em comparação com o milho laminado. O aumento na eficiência alimentar foi expressivamente maior que o relatado nos trabalhos com milho dentado revisados por Owens et al. (1997) e os citados na Tabela 3.

Com relação ao grau de moagem, para milho dentado parece não haver diferença no desempenho animal entre milho moído fino e milho laminado (CORONA et al., 2005). Entretanto, com milho *flint*, a moagem fina resultou em melhor GPD e eficiência alimentar de tourinhos Nelore que a laminação (PEDROSO et al., 2010).

Nos últimos anos tem crescido no país a utilização de silagem de grãos úmidos de milho. O efeito benéfico desta forma de processamento na digestibilidade ruminal e total do amido em comparação à moagem ou laminação seca é consistente na literatura revisada (HUNTINGTON, 1997). Entretanto, de acordo com Owens et al. (1997), a ensilagem de milho ou sorgo úmido não melhorou o desempenho de bovinos em terminação de forma consistente em comparação com a laminação a seco. Em parte, isto se deve à variação no teor de umidade das silagens de grãos. Hoje é sabido que materiais ensilados com teores de umidade inferiores a 24% podem resultar em desempenho inferior que de grãos processados a seco (OWENS e ZINN, 2005).

Os efeitos positivos da ensilagem de grãos úmidos em relação à moagem ou laminação a seco no desempenho animal têm sido demonstrados de forma consistente em trabalhos mais recentes (Tabela 4 e Tabela 5).

Tabela 4 - Efeito da ensilagem de milho úmido no desempenho de bovinos confinados em comparação com a laminação a seco

Referência	Teor de concentrado na ração, % da MS	Variação em CMS, %	Variação em GPD, %	Variação em GPD/CMS, %
Scott et al. (2003)	92,5	-6,6	-2,0	+5,0
Scott et al. (2003)	92,5	0	0	0
Ladely et al. (1995)	90,0	-15,2	0	+17,0
Ladely et al. (1995)	90,0	-6,2	+2,4	+11,6
Média	91,2	-7,0	0,1	+8,4

Nos experimentos conduzidos no Brasil com milho *flint*, a ensilagem de milho úmido reduziu a IMS e aumentou o GPD dos animais em comparação com o milho moído fino (Tabela 5). O aumento na eficiência alimentar relatado nos trabalhos nacionais com a ensilagem de milho úmido em comparação com ao moído fino é maior

que a relatada nos trabalhos americanos que compararam o milho ensilado úmido com o milho laminado. Isso provavelmente ocorreu em virtude do milho *flint* usado no Brasil, com amido menos digestível que o do milho dentado americano.

Tabela 5 - Efeito da ensilagem de milho úmido no desempenho de bovinos confinados em comparação com a moagem fina

Referência	Teor de ração % da MS	Diferença CMS, %	Diferença GPD, %	Diferença GPD/CMS, %
Silva et al., (2007)	60	-18	-1	+17,24
Henrique et al. (2007)	88	-1,77	+7,14	+6,25
Henrique et al. (2007)	80	-3,6	+5,48	+5,5
Costa et al. (2002)	60	-6,5	+7,89	+15,4
Média	72	-7,46	+ 4,87	+ 11,1

2.1.8 Níveis de fibra na ração e desempenho animal

A utilização de rações contendo alto teor de concentrado é uma prática comum e antiga no sistema norte-americano de produção de bovinos. Entre a edição do *Journal of Animal Science* publicada em 1910 e a edição de julho de 2010 (Gráfico 5) foram publicados 123 trabalhos relativos a níveis de fibra em rações para bovinos em confinamento, com grande ênfase durante as décadas de 70 e 80.

Gráfico 5 – Número de trabalhos publicados no *Journal of Animal Science* entre 1901 e julho de 2010 envolvendo níveis de fibra em rações para ruminantes

De acordo com os trabalhos revisados, é consistente a superioridade em ganho de peso e eficiência alimentar das rações com elevados teores de concentrado (MEYER e GARRETT, 1967; HASKINS et al. 1969; WHITE et al. 1969; VANCE et al. 1972; SCHAIBLY e WING, 1974; COLE et al. 1976; PERRY e BEESON 1976; YOUNG e KAUFFMAN 1978; WOODY et al. 1983; MCCARTHY et al. 1985; BRENNAN et al. 1987; POORE et al. 1990; STOCK et al. 1990; HUFFMAN et al. 1992; BARTLE et al. 1994; LOERCH e FLUHARTY 1998). Segundo Preston (1998), animais consumindo rações com elevado teor de concentrado obtêm rápido ganho de peso, alta eficiência alimentar e, conseqüentemente, redução no tempo para terminação e abate, menor custo de mão-de-obra e maior uniformidade do produto final. De acordo com Brown et al. (2006) nos EUA, rações com alto teor de concentrado têm custos mais baixos por megacaloria de energia líquida de manutenção e de ganho.

No levantamento feito por Vasconcelos de Gaylean, 2007, entrevistando 29 consultores Norte Americanos, responsáveis pela alimentação de mais de 18 milhões de cabeças de bovinos em confinamento, foi relatado que 65,5% dos consultores recomendavam rações que continham de 70 a 85% de grãos na MS (Tabela 6).

Tabela 6 - Informações referentes ao nível de grão nas rações, de acordo com os consultores entrevistados

Nível de grãos (% da MS)	Número respostas	% respostas
50 a 60	2	6,87
60 a 70	6	20,69
70 a 80	9	31,03
80 a 85	10	34,48
85 a 90	12	6,9
Mais que 90	0	0

Fonte: Adapato de Vasconcelos e Galyean, 2007

No Brasil, o número de animais terminados em confinamento, vem crescendo nos últimos anos, amparado no aumento da disponibilidade de grãos e co-produtos gerados com o crescimento significativo da agricultura brasileira. A maior oferta de grãos e co-produtos, o custo elevado de produção de alimentos volumosos e o surgimento recente de confinamentos de grande porte no país, têm aumentado o interesse por rações de terminação com altos teores de concentrado (SANTOS e MOSCARDINI, 2007). Porém a literatura ainda é escassa quanto ao uso dessas rações para animais zebuínos.

De acordo com Lanna (1998) o desempenho foi inconsistente quando animais zebuínos foram alimentados com rações com alto teor de concentrado, nas quais milho ou sorgo representaram ao redor de 50% da MS. Porém, em trabalhos mais recentes, bovinos da raça Nelore têm apresentado desempenho superior com rações com teores elevados de concentrado (LEME et al., 2003; NUNEZ et al., 2008).

Leme et al. (2003) compararam rações contendo 73, 79 e 85 % de concentrado, com volumoso de bagaço de cana “in natura” para novilhos Nelore em confinamento. O ganho de peso e a eficiência alimentar não foram afetados pelos tratamentos, mas o rendimento de carcaça foi maior na ração com 85% de concentrado.

Nunez et al., 2008, avaliaram o desempenho de 72 animais Nelore castrados durante 61 dias em confinamento, recebendo rações com 73 ou 91% de concentrado. A eficiência alimentar e o rendimento de carcaça foram superiores para os animais que receberam a ração com o maior nível de concentrado.

Entretanto, nos trabalhos de Leme et al. (2003) e de Nunez et al. (2008), as rações não eram altas em amido, em virtude da combinação entre milho moído fino e polpa cítrica. Millen et al. (2007) compararam a incidência de paraqueratose ruminal em machos Nelore alimentados com rações com alto teor de concentrado em comparação com machos das raças Canchim ou cruzados Brangus, Angus e Nelore. Os animais da raça Nelore apresentaram maior índice de paraqueratose ruminal comparado as demais raças. Vale ressaltar, que neste estudo os animais tiveram acesso ao creep-feeding, foram desmamados aos 7 meses de idade e mantidos desde então em sistema de confinamento. Caetano et al. (2010) relataram menor digestibilidade do amido no trato digestivo total de machos Nelore que de machos cruzados Nelore x Europeu mantidos em confinamento.

Não foram encontrados na literatura revisada trabalhos comparando níveis de fibra para bovinos Nelore alimentados com rações com teores altos de amido.

Referências

ANDRADE, P. Compostos nitrogenados não protéicos (não uréia) na nutrição dos ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1984. Piracicaba. **Uréia para ruminantes**. Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 269-289.

AKAY, V.; TIKOFSKY, J.; HOLTZ, C.Y. ; DAWSON, K.A. Uréia de liberação lenta® 1200: controlled release on non-protein nitrogen in the rumen. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN: THE FEED AND FOOD INDUSTRIES ANNUAL SYMPOSIUM, 2004. Nottingham. **Proceedings ...** Nottingham: Nottingham University Press, 2004. p. 179-185.

BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Starea as a protein replacer for ruminants: review of 10 years of research. **Feedstuffs**, Minnetonka, v.47, n. 30, p. 42-44, 1975.

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

BARAJAS, R.; ZINN, R.A. The feeding value of dry-rolled and steam-flaked corn in finishing diets for feedlot cattle: Influence of protein supplementation. **Journal of animal Science**, Albany, v.76, p.1744–1752, 1998.

BERGER, L.; SINGH, V. Changes and evolution of corn coproducts for beef cattle, **Journal of animal Science**, Albany, v. 88, p. E143-150E, 2010.

BRENNAN, R.W.; HOFFMAN, M.P.; PARRISH, F.C.; EPPLIN, F.; BHIDE, S. ; HEADY, E.O. Effects of differing ratios of corn silage and corn grain on feedlot performance, carcass characteristics and projected economic returns. **Journal of animal Science**, Albany, v.64, p. 23-31, 1987.

BROWN, M.S.; KREHBIEL, C.R.; DUFF, G.C.; GALYEAN, M.L.; HALLFORD, D.M. ; WALKER, D.A. Effect of degree of corn processing on urinary nitrogen composition, serum metabolite and insulin profiles, and performance by finishing steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.78, p.2464-2474, 2000a.

BROWN, M.S.; KREHBIEL, C.R.; GALYEAN, M.L.; REMMENG, M.D.; PETERS, J.P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J. ; MOSELEY, W.M. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood hemistry, and endocrine profiles of beef steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.78, p.3155-3168, 2000b.

BROWN, M.S.; PONCE, C.H.; PULIKANTI R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of animal Science**, Albany, v.84, p.E25, 2006.

CAETANO, M.; NUÑEZ, A.J.C.; MOURÃO, G.B.; LANNA, D.P.D. Time of collection affects starch losses in Nelore and crossbred cattle in commercial feedlots. **Journal of Animal Science**, Denver, v. 88, E-Suppl. 2, p. 697, 2010.

CERVIERI, R.C.; ARRIGONI, M.B.; OLIVEIRA, H.N.; SILVEIRA, A.C.; CHARDULO, L. A.L.; COSTA, C.; MARTINS, C.L. Desempenho e características de carcaça de bezerras confinadas recebendo dietas com diferentes degradabilidades da fração protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1590-1599, 2001.

COOPER, R.J.; MILTON, C.T.; KLOPFENSTEIN, T.J.; JORDON, D.J. Effect of corn processing on degradable intake protein requirement of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.80, p.242-247, 2002.

COLE, N.A.; JOHNSON, R.R.; OWENS, F.N. Influence of roughage level and corn processing method on the site and extent of digestion by beef Steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.43, p.490-496, 1976.

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

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.85, n.11, p.3008-3012, 2002.

CORRIGAN, M.E.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; LUEBBE, M.K.; VANDER POL, K.J.; MEYER, N F.; BUCKNER, C.D.; VANNESS, S.J.; HANFORD, K.J. Effect of corn processing method and corn wet distillers grains plus solubles inclusion level in finishing steers. **Journal of animal science**, Albany, v.87, p. 3351-3362, 2009.

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

CURRIER, T.A.; BOHNERT, D.W.; FALCK, S.J.; BARTLE, S.J. Daily and alternate-day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: II. Effects on site of digestion and microbial efficiency in steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.82, p.1518–1527, 2004.

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

DEVANT, M.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S.; CASALS, R.; GASA, J. Effect of nitrogen source on high-concentrate, low-protein beef cattle diets on microbial fermentation studied *in vivo* and *in vitro*. **Journal of Animal Science, Albany**, v.79, p.1944-1953, 2001.

DI CONSTANZO, A. Implications of balancing feedlot diets for protein fractions (rdp and rup) or amino acids. In: SOUTHWEST NUTRITION & MANAGEMENT CONFERENCE, 22., 2007. Tempe. **Proceedings...** Tempe: University of Arizona, 2007.p.37-48.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agrishow Agropecuária, 2000. 360 p.

FARRAN, T.B.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J. Wet corn gluten feed and alfalfa hay levels in dry-rolled corn finishing diets: Effects of finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. **Journal of Animal Science**, Albany, v.84, p. 1205-1214, 2006.

FORERO, O.; OWENS F.N.; LUSBY K.S. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 50, p. 532-538, 1980.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R. The Cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.112, p.29-78, 2004.

FRENCH, D. Organization of starch granules. **Starch chemistry and technology**. 2nd ed. New York ; London:Academic Press, 1984. p.237-238,

GABARRA, P.R.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; PIRES, A.V.; IMAIZUMI, H. Fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais para novilhos de corte. **Acta Scientiarum of Animal Science**, Maringá, v.29, n.2, p.195-202, 2007.

GALO, E.; EMANUELE S.M.; SNIFFEN, C.J.; WHITE, J.H.; KNAPP, E.J.R. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 86, p. 2154–2162, 2003.

GAMA, E.E.G. Potencial genético de um sintético de milho de grãos duros para formação de híbridos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p. 615-619, 2003.

GARRETT, J.; MILLER-WEBSTER, T; HOOVER W.; SNIFFEN, C.; PUTNAM, D. Encapsulated slow release urea in lactating dairy cow diets impacts microbial efficiency and metabolism in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.83 (Suppl.1)p. 321 (Abstr.) 2005.

HARMON, D.L.; TAYLOR, C.C. Factors influencing assimilation of dietary starch in beef and dairy cattle. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005. Nebraska, **Proceedings...** Nebraska, 2005. p. 55-66.

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

HALE, W.H.; CUITUN, L.; SABA, W.J.; TAYLOR, B.; THEURER, B. Effect of steam processing and flaking milo and barley on performance and digestion by steers, **Journal of Animal Science**, Albany, v.25, p. 392-396, 1966.

HASKINS, B.R.; WISE, M.B.; CRAIG, H.B.; BLUMER, T.N.; BARRICK, E.R. Effects of Adding Low Levels of Roughages or Roughage Substitutes to High Energy Rations for Fattening Steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.29, p. 345-353, 1969.

HENNING, P.H.; STEYN D.G.; MEISSNER H.H. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, p. 2516-2528, 1993.

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.

HERSOM, M.J.; BOSS, D.L.; WAGNER, J.J.; ZINN, R.A.;BRANINE, M.E. Alpha beef cattle nutrition symposium: Alternative energy sources for beef cattle finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.88, p. E121-122E, 2010.

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

HUFFMAN, R.P.; STOCK, R.A.; SINDT, M.H.; SHAIN, D.H. Effect of fat type and forage level on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.70, p. 3889-3898, 1992.

JACOB, M.E.; FOX, J.T.; NARAYANAN, S.K.; DROUILLARD, J.S.; RENTER, D.G.; NAGARAJA, T.G. Effects of feeding wet corn distillers grains with solubles with or without monensin and tylosin on the prevalence and antimicrobial susceptibilities of fecal foodborne pathogenic and commensal bacteria in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.86, p.1182-1190, 2008.

JOBIM, C.C. **Avaliação das características microbiológicas, químicas e digestibilidade das silagens de grãos úmidos e de espiga de milho**. 1996. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1996.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.311-31, 1997.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: MATTOS, W.R.S.(Ed.) **SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA: A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 912-927.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; SCHOKEN-ITURRINO, R.P.; ROSA, B. Desenvolvimento de microorganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum of Animal Science**, Maringá, v.21, n.3, p.671-676, 1999.

KLEIBER, M. **The fire of life an introduction to animal energetics**. 2nd.ed. New York: Robert E. Krieger Publishing, 1975. 453p.

KNAUS, W.F.; BEERMAN, D.H.; GUIROY, P.J.; BOEHM, M.L.; FOX, D.G. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and/or urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.79, p.753-760, 2001.

KRAMER, J.; VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.257-261.

LADELY, S.R.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; HUFFMAN, R.P. Effect of corn hybrid and grain processing method on rate of starch disappearance and performance of finishing cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.73, p.360-364, 1995.

LABRUNE, H.J.; REINHARDT, C.D.; DIKEMAN, M.E.; DROUILLARD, J.S. Effects of grain processing and dietary lipid source on performance, carcass characteristics, plasma fatty acids, and sensory properties of steaks from finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.86, p.167-172, 2008.

LANNA, D.P.D. Exigências nutricionais do gado de corte – O sistema NRC. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.138-167.

LEIBOVICH J.; VASCONCELOS, J.T; GALYEAN, M.L. Effects of corn processing method in diets containing sorghum wet distillers grain plus solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle and on in vitro fermentation of diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.87, p. 2124-2132, 2009.

LEME P.R; SILVA S.L; PEREIRA A.S.C.; PUTRINO S.M; LANNA, D.P.D. Utilização do Bagaço de Cana-de-Açúcar em Dietas com Elevada Proporção de Concentrados para Novilhos Nelore em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1786-1791, 2003 (Supl. 1).

LOE, E.R.; BAUER, M.L.; LARDY, G.P. Grain source and processing in diets containing varying concentrations of wet corn gluten feed for finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.84, p.986-996, 2006.

LÖEST, C.A.; TITGEMEYER E.C.; DROUILLARD J.S.; LAMBERT B.D.; TRATER A.M. Urea and biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed prairie hay. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 94, p. 115-126, 2001.

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

LOZA ,P.L.; BUCKNER,C.D.; VANDER POL, K.J.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R. A. Effect of feeding combinations of wet distillers grains and wet corn gluten feed to feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.88, p.1061-1072, 2010.

MADER, T.; GUYER, P.; STOCK, R. Feeding high moisture corn. 1983. Site: <http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/g100.htm#ADVOHIGHMOICRN>. Acesso em 02 Nov. 2010.

MACKEN, C.N.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Effects of concentration and composition of wet corn gluten feed in steam-flaked corn-based finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.82, p.2718-2723, 2004.

McCARTHY, F D.; HAWKINS, D.R.; BERGEN, W.G. dietary energy density and frame size effects on composition of gain in feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.60, p.781-790, 1985.

MATHISON, G.W.; SOOFI S.R.; WORSLEY M. The potential of isobutyraldehyde monourea (propanal, 2-methyl-monourea) as a nonprotein nitrogen source for ruminant animals. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.74, p. 665-674, 1994.

MAY, M.L.; QUINN, M.J.; REINHARDT, C.D.; MURRAY, L.; GIBSON, M.L.; KARGES, K.K.; DROUILLARD, J.S. Effects of dry-rolled or steam-flaked corn finishing diets with or without twenty-five percent dried distillers grains on ruminal fermentation and apparent total tract digestion. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, p. 3630-3638, 2009.

MAY, M.L.; DECLERCK, J.C.; QUINN, M.J.; DILORENZO, N.;LEIBOVICH, J.;SMITH, D. R.; HALES, K.E. ; GALYEAN, M.L. Corn or sorghum wet distillers grains with solubles in combination with steam-flaked corn: Feedlot cattle performance, carcass characteristics, and apparent total tract digestibility. **Journal of Animal Science**, Albany, v.88, p. 2433-2443, 2010.

MENDES, J.L; MENDO,C. Conheça process milling, 2009. Disponível em: <http://www.mendesemendo.com.br/process/manual.pdf> . Acesso em: 20 jan. 2011.

MEYER, J.H.; GARRETT, W.N. Efficiency of feed utilization. **Journal of Animal Science**, Albany, v.26, p. 638-646, 1967.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M. D. B.; PARRILI, M.; MATSUHARA, S. A.; MARIANI, T. M. Desempenho e Incidência de paraqueratose ruminal em bovinos jovens confinados suplementados com monensina sódica ou anticorpos aviários. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (SBZ), 44., 2007. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Apor Software, 2007. 1 CD-ROM.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2000. 237p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

NOCEK, J.E. ; TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, n.8, p.3598-3629, 1991.

NUNEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.J.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Uso combinado de ionóforo e virginamicina em Novilhos Nelore confinados

com dietas de alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008. Lavras. **Anais...** Lavras: Apor Softwerw, 2008. 1 CD-ROM.

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

OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein Metabolism of Ruminant Animals. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. Inglewood Cliffs, New Jersey, 1988. p. 227.

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

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

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**, Albany, v.75, p.868-879, 1997.

PARSONS, C.H.; VASCONCELOS, J.T.; SWINGLER, R. S.; DEFOOR, P.J.; NUNNERT, G.A. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.85, p. 3079-3089, 2007.

PEDROSO, A.M.; PERES, M.S.; SANTOS, F.A.P.; MOURAO, G.B.; NERI, T.G. Flint corn grain processing and protein adequacy in rations for feedlot finished Nellore bulls. **Journal of Animal Science**, Denver, v. 88, E-Suppl. 2, p. 704, 2010.

PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Ratios of corn to corn silage for finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.42, p.549-553, 1976.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOUREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.81, p.2178-2184, 1998.

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

PRESTON, R.L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p.82-91.

PROKOP, M.J.; KLOPFENSTEIN, T.J. Slow ammonia release urea. **Nebraska Beef Cattle Report**, Nebraska, v.2, p.77-218, 1977.

REINHARDT, C.D.; BRANDT, R.T.Jr; ECK, T.P.; TITGEMEYER, E.C. Performance, digestion, and mastication efficiency of Holstein steers fed whole or processed corn in limit- or full-fed growing-finishing systems. **Journal of Animal Science**, Albany, v.76, p.1778-1788, 1998.

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

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 255-286.

SANTOS, F.A.P.; GRECO, L.F. Digestão pós ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 1., 2007. Pirassununga-SP. **Anais...** Pirassununga: Francisco de Palma Renó; Luis Felipe Prada e Silva, 2007a. p. 121-159.

SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – SAÚDE DO RÚMEN, 3., 2007. Botucatu. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2007b. p.31-47.

SCHAIBLY, G.E.; WING, J.M. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. **Journal of Animal Science**, Albany, v.38, p.697-701, 1974.

SATTER, L.D.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E. The role of nutrition in nutrient output from ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v.80, E. Suppl. 2, p. E143-E156, 2002.

SCOTT, T.L.; MILTON, C.T.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v.81, p.3182-3190, 2003.

SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C. M.; LANNA, D P.D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para

novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1426-1434, 2007.

SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 1996, Piracicaba. **Confinamento de bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.7-32.

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

SWINGLE, R.S.; ECK, T.P.; THEURER, C.B.; LA LLATA, M.; POORE, M.H.; MOORE, J.A. Flake density of steam-processed sorghum grain alters performance and sites of digestibility by growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.77, p.1055-1065, 1999.

TAYLOR-EDWARDS, C.C.; HIBBARD, G.; KITTS, S.E.; MCLEOD, K.R.; AXE, D.E.; VANZANT, E.S.; KRISTENSEN, N.B.; HARMON, D.L. Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.87, p.200-208, 2009.

TEDESCHI, L.O.; BAKER, M.J.; KETCHEN, D.J.; FOX, D.G. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 82, p. 567-573, 2002.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; SAINZ, R.D.; BARIONI, L.G.; MEDEIROS, S.R.; BOIN, C.; Mathematical models in ruminant nutrition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.1, p.76-91, 2005.

TOLEDO, F.F. Tecnologia das sementes. In.: PATERNIANI, E. (Coord.) **Melhoramento e Produção de milho no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1980. p.571-619.

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

THEURER, C.B.; LOZANO, O.; ALIO, A.; DELGADO-ELORDUY, A.; SADIK, M.; HUBER, J.T.; ZINN, R.A. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal Animal Science**, Albany, v.77, p.2824-2831, 1999.

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

VANCE, R.D.; PRESTON, R.L.; CAHILL, V.R.; KLOSTERMAN, E.W. Net energy evaluation of cattle-finishing rations containing varying proportions of corn grain and corn silage. **Journal of Animal Science**, Albany, v.34, p.851-856, 1972.

VASCONCELOS, J.T. ; GALYEAN, M.L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**, Albany, v.85, p.1261-1274, 2007.

VASCONCELOS, J.T.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; GALYEAN, M.L.; GREENES, L.W. Feeding nitrogen and phosphorus in beef cattle feedlot production to mitigate environmental impacts. **Professional Animal Scientist**, Nebraska, v.23, p.8-17, 2007.

YAN, T.; FROST, J.P.; KEADY, T.W.J.; AGNEW, R.E.; MAYNE, C.S. Prediction of nitrogen excretion in feces and urine of beef cattle offered diets containing grass silage. **Journal of Animal Science**, Albany, v.85, p. 1982-1989, 2007.

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

YOUNG, A.W.; KAUFFMAN R.G. Evaluation of Beef from Steers Fed Grain, Corn Silage or Haylage-Corn Silage Diets. **Journal Animal Science**, Albany, v.46, p.41-47, 1978.

WHITE, T.W.; REYNOLDS, W.L.; KLETT, R.H. Roughage Sources and Levels in Steer Rations. **Journal of Animal Science**, Albany, v.29, p.1001-1005, 1969.

WEBER, F.H.; COLLARES-QUEIROZ, F.P.; CHANG, Y.K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009.

WOODY H.D.; FOX, D.G.; BLACK J.R. Effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.57, p.717-728, 1983.

ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminal degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, n. 5, p. 1280-1289, 1998.

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

ZINN, R.A.; BARRAJAS, R.; MONTANO, M.; WARE, R.A. Influence of dietary urea level on digestive function and growth performance of cattle fed steam-flaked barley-based finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.81, p.2383-2389, 2003.

3. SUBSTITUIÇÃO DA URÉIA POR FARELO DE SOJA OU URÉIA DE LIBERAÇÃO LENTA (OPTIGEN®) EM RAÇÕES RICAS EM POLPA CÍTRICA PARA BOVINOS EM TERMINAÇÃO.

Resumo

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP – Piracicaba/SP. A uréia (U) foi substituída pelo farelo de soja (FS) ou pela uréia de liberação lenta (Optigen®) em rações com elevado teor de polpa cítrica para bovinos em terminação. Foram utilizados 100 tourinhos da raça Nelore (389 kg), distribuídos em 20 baias por 90 dias. As rações continham 8% de feno de Tifton (% da MS) e 92% de concentrado (65 a 69% de polpa cítrica). Os 5 tratamentos foram assim designados (%MS): FS - ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia; U - ração com 1,7% de uréia; ULL 0,5 - ração com 0,5% de uréia de liberação lenta + 1,2% de uréia; ULL 1,0 - ração com 1,0% de uréia de liberação lenta + 0,8% de uréia; ULL 1,5 - ração com 1,5% de uréia de liberação lenta + 0,3% de uréia. Os animais foram dispostos em blocos de acordo com o peso corporal inicial e os dados foram analisados através do procedimento MIXED do sistema estatístico computacional SAS. A ingestão de MS, o ganho de peso diário, a conversão alimentar e as características de carcaça não foram afetados pelas fontes de N testadas ($P>0,05$). Em conclusão, o desempenho de tourinhos Nelore em terminação alimentados com rações ricas em polpa cítrica, não é melhorado com a substituição da uréia convencional pelo farelo de soja ou pela uréia de liberação lenta.

Palavras – chave: Nelore; Farelo de soja; Uréia convencional; Uréia de liberação lenta

Abstract

The trial was conducted at the Animal Sciences Department of the University of São Paulo – Piracicaba-SP. Soybean meal (FS) and slow release urea (SRU) (Optigen®) replaced urea (U) on diets high in citrus pulp for finishing cattle. One hundred Nellore bulls (389 kg) were grouped in 20 pens for 90 days. Diets contained (%DM) 8% Tifton-85 grass hay and 92% concentrate (65 to 69% citrus pulp). The 5 treatment diets were isonitrogenous as follow (%DM): FS – 5% soybean meal + 0.9% urea; U – 1.7% urea; SRU0.5 – 0.5% slow release urea + 1.2% urea; SRU1.0 – 1.0% slow release urea + 0.8% urea; SRU1.5 – 1.5% slow release urea + 0.3% urea. Animals were grouped in blocks according to initial BW and data were analyzed using the Mixed procedure of SAS. DMI, ADG, DMI/ADG, and carcass traits were not affected by N sources ($P>0.05$). In conclusion, on high citrus pulp diets replacing soybean meal or slow release urea for urea does not improve performance of finishing Nellore bulls.

Keywords: Nellore; Soybean meal; Urea conventional; Slow release urea

3.1 Introdução

Muitos estudos têm sido desenvolvidos para se estabelecer níveis ótimos de proteína em rações de ruminantes que garantam máximo desempenho dos animais, e, recentemente, que minimizem a emissão de poluentes. Nos últimos anos o desenvolvimento de sistemas de proteína metabolizável como o CNCPS (Fox et al, 1992) e o NRC (1996; 2000), que permitem o balanceamento das rações em PDR e PNDR têm resultado em maior refinamento da adequação protéica das rações de bovinos em confinamento. Esses modelos também permitem ajustes no perfil de aminoácidos da proteína metabolizável da ração, apesar do número pequeno de dados sobre exigências de bovinos de corte nesses nutrientes.

O desafio atual dos nutricionistas é atender as exigências dos microrganismos ruminais por PDR e do animal ruminante por PM, através do fornecimento de alimentos que contenham fontes de proteína verdadeira, com diferentes taxas de degradação ruminal, e nitrogênio não protéico, sem gerar excreção excessiva de nitrogênio (N) (VASCONCELOS et al., 2007). Para atender as exigências do animal ruminante por PM, é imprescindível maximizar a síntese ruminal de PMic, uma vez que essa fração é a principal componente da PM utilizada pelos bovinos e a de melhor perfil de aminoácidos.

De acordo com o modelo protéico desenvolvido no Brasil por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa, Br-Corte 2010, a exigência em proteína metabolizável de tourinhos Nelore é maior que a sugerida pelo NRC (2000). Ao se adotar o modelo do NRC (2000) para estimar o fluxo de proteína metabolizável para o intestino delgado e a maior exigência de proteína metabolizável proposta pelo modelo Br-Corte (2010), dependendo da ração formulada, o suprimento de proteína metabolizável poderá não ser suficiente para atender às exigências do bovino quando uréia for a única fonte suplementar de N. O resultado final será a inclusão de doses mais altas de fontes de proteína verdadeira na ração, o que normalmente encarece o custo final da ração.

Diversos confinamentos comerciais no país trabalham com rações com teores de proteína bruta bem acima das recomendações do NRC (2000), sendo os farelos de soja e de algodão os principais suplementos protéicos nessas rações. De modo geral a

substituição parcial da uréia por fontes de proteína verdadeira aumenta o custo da ração.

Uma das características marcantes da microbiota ruminal é sua capacidade de sintetizar proteína verdadeira a partir de fontes de nitrogênio não protéico (NNP), como a uréia, o que viabiliza a utilização deste composto como fonte de PDR nas rações para bovinos, especialmente rações formuladas para animais em terminação. No entanto, ainda não se sabe com precisão quais os níveis mais adequados de PDR para síntese de PMic em animais na fase de terminação (COOPER et al., 2002; SATTER et al., 2002; ZINN et al., 2003; VASCONCELOS et al., 2007). Zinn & Shen (1998) propuseram que para atender as necessidades de bovinos em confinamento, é preciso fornecer no mínimo 100g de PDR para cada kg de matéria orgânica digestível (MOD) a fim de maximizar a digestão de MO e a eficiência de síntese de PMic. Este valor é menor que o proposto pelo NRC, de 130g de PDR por kg de NDT.

Fontes de NNP são mais baratas que fontes de proteína considerando a mesma quantidade de nitrogênio. Entretanto, a fonte de NNP mais utilizada, uréia, apresenta rápida liberação de amônia no rúmen e, dependendo da quantidade, pode exceder a capacidade de utilização dos microrganismos. Conseqüentemente, o excesso de amônia é absorvido pela parede ruminal e, uma vez na corrente sanguínea, a amônia pode ser tóxica para o animal. A parte metabolizada é transformada em uréia, envolvendo gasto de energia. A uréia produzida pode voltar (reciclagem) para o rúmen, via parede ruminal ou saliva, ou ser excretada via urina (BLAXTER, 1962). Uma fonte de NNP com liberação lenta pode oferecer vantagens por aumentar a disponibilidade da amônia para a síntese microbiana e reduzir sua toxidez (BARTLEY e DEYOE, 1975).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a substituição da uréia pelo farelo de soja ou pela uréia de liberação lenta (Optigen®), no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte da raça Nelore em terminação.

Referências

BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Starea as a protein replacer for ruminants: review of 10 years of research. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 47, n. 30, p. 42-44, 1975.

BLAXTER, K.L. **The energy metabolism of ruminants**. London: Hutchinson, 1962. 329 p.

BR-CORTE. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados** –. Ed: VALADARES F.S. C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2010. 193p

COOPER, R.J.; MILTON, C.T.; KLOPFENSTEIN, T.J.; JORDON, D.J. Effect of corn processing on degradable intake protein requirement of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.80, p.242-247, 2002.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.112, p.29-78, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2000. 237p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

SATTER, L.D.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E. The role of nutrition in nutrient output from ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v.80, E. Suppl. 2, E143-E156, 2002.

VASCONCELOS, J.T.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; GALYEAN, M.L.; GREENES, L. W. Feeding nitrogen and phosphorus in beef cattle feedlot production to mitigate environmental impacts. **Professional Animal Scientist**, Nebraska, v.23, p.8-17, 2007.

ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminal degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, n. 5, p. 1280-1289, 1998.

ZINN, R.A.; BARRAJAS, R.; MONTANO, M.; WARE, R.A. Influence of dietary urea level on digestive function and growth performance of cattle fed steam-flaked barley-based finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.81, p.2383-2389, 2003.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi realizado nas instalações experimentais do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em Piracicaba-SP, no período de 20 de dezembro de 2006 a 20 de março de 2007, totalizando 90 dias de experimento.

Foram utilizados 100 tourinhos da raça Nelore, com peso médio inicial de 389 kg e 17 meses de idade. Os animais receberam dose de vermífugo (princípio ativo de abamectina) e de complexo vitamínico ADE nos dias 0 e 60 do período experimental.

Os animais permaneceram durante o período experimental em baias de 32 m² de área, providas de piso de concreto, com 4 metros lineares de cocho, 60% de cobertura, bebedouros com enchimento automático e portões individuais para o manejo.

3.2.2 Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento em blocos completos aleatorizados. Os animais foram distribuídos nos blocos de acordo com o peso corporal inicial, visando compor unidades experimentais (baias) com peso inicial semelhante dentro de cada bloco. A cada 5 baias, formava-se 1 bloco, totalizando 4 blocos e 20 baias. A blocagem foi realizada no primeiro dia do período de adaptação dos animais às rações experimentais e foi realizado sorteio dentro dos blocos para se definir qual tratamento cada baia iria receber.

3.2.3 Rações experimentais e manejo alimentar

Os animais foram provenientes de pastagens e foram adaptados às rações experimentais gradativamente por 21 dias, partindo de uma ração com 45% de feno

picado grosseiramente e 55% de concentrado, contendo polpa cítrica, sorgo, nutrienergia®, farelo de soja, uréia e mistura mineral e vitamínica. A cada 3 dias a quantidade de concentrado foi aumentada em 5 unidades percentuais. No vigésimo primeiro dia os animais passaram a receber as rações experimentais.

Quanto às rações experimentais, foram comparadas 3 fontes de nitrogênio: farelo de soja, uréia convencional e uréia de liberação lenta (Optigen®), sendo as rações formuladas para serem isoprotéicas. Foram comparados 5 tratamentos experimentais (Tabela 7).

As composições químicas dos ingredientes das rações experimentais estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Ingredientes nas rações experimentais (% da MS)

Ingredientes	Tratamentos ^a				
	FS	U	ULL0,5	ULL1,0	ULL1,5
Feno de Tifton	8	8	8	8	8
Polpa	59,5	63,7	63,7	63,6	63,6
Sorgo	10	10	10	10	10
Nutrienergia® ^b	12	12	12	12	12
Melaço de cana	3	3	3	3	3
Farelo de soja	5	-	-	-	-
Uréia de LL ^b	-	-	0,5	1	1,5
Uréia	0,9	1,7	1,2	0,8	0,3
Mineral	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

^a Tratamentos: FS - ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia; U - ração com 1,7% de uréia; ULL 0,5 - ração com 0,5% de uréia de liberação lenta + 1,2% de uréia; ULL 1,0 - ração com 1,0% de uréia de liberação lenta + 0,8% de uréia; ULL 1,5 - ração com 1,5% de uréia de liberação lenta + 0,3% de uréia.

^b Nutrienergia®: co-produto energético, obtido da extração de amido do milho, composto de extrato de *high* maltose, caracterizado pelo seu elevado teor de gordura; Uréia de LL = uréia de liberação lenta.

A mistura mineral foi formulada para conter fósforo (6 %), potássio (3%), enxofre (7%), sódio (4%), monensina sódica (2000mg/kg), cobre (600 mg/kg), iodo (35 mg/kg), selênio(8 mg/kg), zinco (2500 mg/kg) e manganês (1100 mg/kg).

As rações foram ofertadas aos animais uma vez ao dia, sempre no período da tarde e na forma totalmente misturada, utilizando vagão misturador de capacidade de 2000 kg (SILTOMAC® – 203 - Ração Total) com sistema de mistura utilizando barras

horizontais. O vagão continha balança eletrônica com precisão de 2 kg e esta balança foi utilizada para quantificar a ração que foi ofertada por baia. A quantidade de alimento fornecido foi ajustada diariamente para manter, no máximo, 3% de sobras, as quais foram retiradas uma vez por semana e pesadas para determinação da ingestão de alimentos por baia. O interior do vagão forrageiro foi limpo após cada tratamento ser ofertado.

Os ingredientes foram pesados individualmente em balança de 100 kg com precisão de 0,1kg (MARTE[®]), exceto a polpa cítrica que foi colocada diretamente no vagão misturador. Os componentes que foram utilizados em menores quantidades como a mistura mineral, a uréia convencional e a de liberação lenta foram adicionados lentamente no vagão misturador e o melaço de cana-de-açúcar foi diluído em água a fim de obter melhor mistura final das rações.

Os bebedouros foram drenados e lavados semanalmente. O piso de todas as baias foi raspado a cada 10 dias com auxílio de um trator provido de uma lâmina.

Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 30 dias, após jejum alimentar de 16 horas imediatamente antes de cada pesagem. Através do ganho de peso diário (GPD) e ingestão de matéria seca (IMS), foi calculada a conversão alimentar (CA) média dos animais presentes nas baias, dividindo-se a IMS média da baia pelo GPD médio.

3.2.4 Análises químicas dos ingredientes

Amostras dos ingredientes utilizados nas rações foram coletadas semanalmente no decorrer do experimento para posteriores análises químicas. As amostras foram pré secadas em estufas com ventilação forçada (55° C) por 72 horas (Silva, 1990), moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras de 1,0 mm e em seguida foram congeladas a temperatura de -20°C. Após o término do experimento o material foi descongelado e as amostras foram compostas, formando uma amostra homogênea de cada ingrediente representando todo período experimental.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

Foram determinados para todas as amostras, o teor de matéria seca (MS) em estufa a 105° C, durante período de 12 horas e de cinzas em mufla a temperatura de 550° C durante 3 horas (AOAC, 1990). Os valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método seqüencial, com adição de sulfito de sódio e sem adição de amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991) (exceto para o sorgo) com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyzer (ANKON® Technology Corp.), conforme descrito por Holden (1999). Os valores obtidos foram corrigidos para o teor de matéria seca a 105° C das amostras e cinzas, após a incineração dos saquinhos.

Apenas para as amostras de polpa cítrica peletizada, utilizou-se adaptação no método proposto por Holden (1999). O método padrão recomenda que se utilize 0,5 grama de amostra por saquinho. Após tentativa com a quantidade recomendada (0,5g) verificou-se a existência de um conteúdo viscoso no saquinho após as lavagens com água quente e acetona, material composto provavelmente por parte da pectina que não foi solubilizada. Com isso o valor de FDN seria superestimado, uma vez que ainda restava fibra solúvel no interior do saquinho. A opção escolhida foi analisar somente 0,3 gramas de amostra por saquinho, com essa quantidade de amostra não foi verificada a presença de material viscoso na superfície do saquinho.

Os valores de nitrogênio total foram obtidos com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO (WILES; GRAY; KISSING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835° C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

O extrato etéreo foi mensurado a partir da extração com éter de petróleo por um período de 5 horas conforme metodologia proposta por Campos, Nussio e Nussio (2004).

3.2.5 Coleta de dados após o abate

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial em Piracicaba- SP, onde foram determinados o peso da carcaça quente e o seu rendimento, dividindo-se o peso da carcaça quente pelo peso vivo obtido do mesmo animal após jejum sólido de 16

horas. Após o abate, as meias carcaças foram numeradas e levadas para câmara fria a 0° C por 24 horas.

Após o período de resfriamento, as meias carcaças da parte esquerda dos animais foram retiradas da câmara e serradas, resultando em um corte transversal entre a 12ª e a 13ª costelas e expondo o músculo *Longissimus dorsi*. Nesse músculo, foi mensurada a espessura de gordura, obtida na altura do terceiro quarto da amostra a partir da coluna vertebral e a área de olho de lombo. Para a leitura da espessura de gordura, foi utilizado uma régua graduada em milímetros e para a área de olho de lombo (AOL), foi utilizado uma transparência graduada em centímetros quadrados (grid LinBif) (LUCHIARI FILHO, 2000) (Figura 3).

Figura 3 – Transparência graduada em centímetros quadrados (Grig LinBif), utilizada para medir a AOL

3.2.6 Análise econômica das rações

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 as empresas fabricantes (Alltech e Nutricorp) e também via cotações realizadas pela

equipe do CEPEA-ESALQ (centro de estudos avançados em economia aplicada), preço da @ boi gordo foi cotada na BMF Bovespa. Tanto os valores dos ingredientes utilizados nas rações como o preço pago pela @ do boi gordo foram cotados durante o mês de outubro de 2010.

3.2.7 Análise estatística

Os dados foram analisados através do procedimento MIXED do sistema estatístico computacional SAS. As médias foram comparadas através do teste de Tuckey, ajustado para o nível de 5% de significância. Para todos os parâmetros analisados, a baía foi utilizada como unidade experimental.

Obrigatoriamente, todos os conjuntos de dados foram testados antes da análise geral final, na intenção de assegurar que todas as premissas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homocedasticidade) estivessem sendo respeitadas.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Composição química dos ingredientes

Os dados referentes à composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

Itens ¹ (%MS)	Feno de Tifton	Polpa cítrica	Sorgo	Nutrienergia®	Farelo de soja
MS	93,43	91,45	88,78	96,15	93,11
MM	5,81	6,79	1,42	17,71	7,32
FDN	77,1	28,1	15,7	39,8	12,8
FDA	41,4	20,1	6,7	26,4	6,7
Lignina	4,55	2,72	0,98	5,78	1,08
EE	0,9	2,65	3,44	17,02	2,66
PB	11,5	6,4	8,5	11,8	46,5
Amido	NA	3,7	72,12	20,6	4,4
NDT ^a	56,04	73,08	86,20	73,20	77,48

¹MS= matéria seca; MM= matéria mineral; FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; EE= extrato etéreo; PB= proteína bruta; NDT= nutrientes digestíveis totais. NA= não avaliado

O NDT dos ingredientes foi obtido através de metodologia de Weiss et al. (1992), utilizando os valores das análises químicas, com exceção do N-FDN e N-FDA dos ingredientes, para os quais foram adotados os valores tabulares do NRC (1996).

As composições químicas das rações experimentais testadas estão apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Composição química das rações experimentais

Itens ¹	Tratamentos ^a				
	FS	U	ULL0,5	ULL1,0	ULL1,5
PB (% da MS)	12,4	12,6	12,6	12,9	12,9
EL manutenção (Mcal/Kg) ^b	1,91	1,87	1,87	1,87	1,87
EL ganho (Mcal/Kg) ^b	1,10	1,07	1,07	1,07	1,07
PDR (balanço, g) ^b	9,1	118,1	118,1	149,8	149,8
Fluxo de PM (g) ^b	912	851	851	850	850
FDN (% da MS)	30	30	30	30	30
FDNf (% da MS)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2

^a Tratamentos: FS - ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia; U - ração com 1,7% de uréia; ULL 0,5 - ração com 0,5% de uréia de liberação lenta + 1,2% de uréia; ULL 1,0 - ração com 1,0% de uréia de liberação lenta + 0,8% de uréia; ULL1,5 - ração com 1,5% de uréia de liberação lenta + 0,3% de uréia.

¹ PB= proteína bruta; EL=energia líquida; PDR= proteína degradável no rúmen; PM= proteína metabolizável; FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDNf= FDN de forragem.

^b Valores estimados pelo NRC (1996) nível 1 com base nos resultados das análises bromatológicas, exceto para a uréia convencional e a uréia de liberação lenta que foram utilizados valores tabelados no NRC1996.

3.3.2 Desempenho animal e características de carcaça

Na Tabela 10 são apresentados os resultados de desempenho e características de carcaça dos animais obtidos no experimento.

Tabela 10 - Desempenho e características de carcaça de tourinhos Nelore alimentados com rações contendo uréia convencional ou de liberação lenta em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Tratamentos ^a						P ^b
	FS	U	ULL0,5	ULL1,0	ULL1,5	EPM	
Nº dias confinamento	90	90	90	90	90	-	-
Nº animais	20	20	20	20	20	-	-
Desempenho							
Peso inicial, kg	374	370	370	371	372	-	-
Peso final, kg	505	503	502	503	509	-	-
IMS (kg MS/dia)	10,35	10,64	10,76	10,47	10,62	0,133	0,227
GDP (Kg /dia)	1,48	1,50	1,49	1,48	1,54	0,065	0,953
CA (IMS/GDP)	7,20	7,55	7,44	7,31	7,14	0,378	0,936
Características carcaça							
Rendimento, %	51,4	51,74	52,16	52,18	52,46	1,068	0,245
Espessura gordura subcutânea, mm	4,65	4,75	4,95	4,8	4,45	2,046	0,567
Área de olho de lombo, cm ²	58,8	59,1	57,8	59,85	59,95	2,154	0,446

^a Tratamentos: FS - ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia; U - ração com 1,7% de uréia; ULL 0,5 - ração com 0,5% de uréia de liberação lenta + 1,2% de uréia; ULL 1,0 - ração com 1,0% de uréia de liberação lenta + 0,8% de uréia; ULL1,5 - ração com 1,5% de uréia de liberação lenta + 0,3% de uréia.

^b Valor de probabilidade.

EPM= erro padrão da média.

Todos os animais foram abatidos no mesmo dia e tiveram o mesmo período de confinamento (90 dias) e o número de 20 animais em cada tratamento foi mantido até o final do experimento.

Não houve diferenças ($P>0,05$) entre as fontes de N para as variáveis IMS, GDP e CA.

Os valores de IMS observados no presente estudo foram superiores aos preditos pelo NRC (1996). Santos (2006) compilou os dados de 9 experimentos que resultaram em 11 comparações entre uréia e fontes de proteína verdadeira para bovinos castrados, implantados com hormônios e confinados na fase de terminação. A IMS

também não foi diferente nas 11 comparações, com valores médios de 9,48 kg MS/dia para os animais que receberam uréia e 9,47 kg MS/dia para os animais que receberam proteína verdadeira.

Lima (2006) comparou o desempenho de tourinhos Canchim em fase de terminação alimentados em rações ricas em polpa cítrica (média de 60,6% da MS) que continham somente uréia (2,3% da MS) ou farelo de soja mais uréia (6,61% e 1,32% da MS respectivamente). A IMS também não foi diferente entre os tratamentos.

Vasconcelos et al. (2009), estudaram o efeito de fontes e teores de PB na ração na excreção de N por tourinhos mestiços Britânicos e Britânicos X Continentais. As rações continham teores crescentes de uréia em substituição ao farelo de algodão (0, 50 ou 100% do suplemento de N vindo da uréia) combinados com 3 teores de PB (11,5 x 13,0 x 14,5%). A substituição do farelo de algodão por uréia aumentou linearmente ($P=0,09$) a IMS dos animais. Os teores de PB observados nas rações foram inferiores aos programados, com valores de 10,4, 11,7 e 13,0%. É provável que as rações com farelo de algodão tenham ficado deficientes em PDR, justificando a resposta ao aumento dos teores de uréia.

Existem vários fatores que podem interferir no consumo dos animais, dentre eles podemos citar: fatores intrínsecos ao próprio animal, manejo de cocho, conforto animal, qualidade dos ingredientes e composição da ração. Relacionado com a nutrição protéica, tanto o balanço de PDR, quanto o de proteína metabolizável podem interferir na IMS. Em rações com deficiência de PDR pode haver limitações na fermentação ruminal e conseqüente redução na IMS (NRC, 2001). O aumento do fluxo de PM para o intestino delgado pode promover aumento no IMS dos animais (NRC, 1996; NRC, 2001).

No presente estudo todas as rações apresentaram balanço positivo de PDR, com o menor valor para o tratamento FS (+9,1 g/cab) e maiores valores para os tratamentos onde o farelo de soja foi substituído por uréia ou uréia de liberação lenta (118 a 150 g/cab).

Novilhos alimentados com rações contendo 90% de silagem de milho na MS apresentaram IMS similar quando suplementados com uréia ou uréia de liberação lenta (TAYLOR-EDWARDS et al., 2009). Outros pesquisadores também não observaram

alterações na IMS devido a substituição da uréia convencional por fontes de liberação controlada (THOMPSON et al., 1972; TEDESCHI et al., 2002; GALO et al., 2003).

Em comparação com o tratamento contendo apenas uréia convencional (U), a suplementação com farelo de soja (FS) não aumentou o GPD dos animais. De acordo com o NRC (1996) a ração experimental com todo N suplementar proveniente apenas da uréia convencional (tratamento U) apresentou balanço positivo de PM de 123g (851g supridos – 728g exigidos), fato que explicaria a ausência de resposta à suplementação com fonte de proteína verdadeira como o farelo de soja. Este dado está de acordo com 10 dos 11 trabalhos revisados por Santos (2006) onde também não se observou diferença no GPD de animais em terminação suplementados com uréia em comparação com fontes de proteína verdadeira. De acordo com dados de exigências protéicas de tourinhos zebuínos no Brasil (BR Corte 2010), o NRC (1996) subestima as exigências de PM desses animais. O fluxo de PM estimado pelo NRC (1996) de 851g para os animais do tratamento U está adequado para o ganho de peso dos animais segundo o BR-Corte (2010), justificando mais uma vez a ausência de resposta à suplementação com farelo de soja.

Lima (2006) avaliou o desempenho de tourinhos Canchim em terminação alimentados com rações ricas em polpa cítrica e suplementados com FS ou com uréia, e também não obteve diferenças ($P>0,05$) no GDP e na CA dos animais.

Em virtude da ausência de efeito do farelo de soja na IMS e GPD dos animais em comparação com a uréia convencional, a conversão alimentar dos animais também não foi alterada, e está de acordo com a revisão de Santos (2006) e com o trabalho de Lima (2006).

No presente estudo não houve vantagem em substituir a uréia convencional por fonte de uréia de liberação lenta. É provável que com rações com teores elevados de carboidratos de alta degradação ruminal como no presente estudo, a uréia convencional seja utilizada com alta eficiência pelos microrganismos ruminais, suprimindo quantidades adequadas de PM para o animal, não havendo vantagem de se trabalhar com fontes de uréia de liberação lenta.

Tedeschi et al. (2002), também não observaram diferenças no desempenho de novilhos confinados com rações contendo uréia convencional em comparação uréia de

liberação lenta tanto na fase de crescimento quanto na de terminação. Nesse trabalho as rações continham teores elevados de amido na fase de terminação, com teores de milho ao redor de 82% da MS da ração.

A ausência de diferenças no GPD e na CA dos animais recebendo FS, uréia convencional ou uréia de liberação lenta está de acordo com os dados de literatura. E indica que a uréia é capaz de suprir a quantidade de PDR exigida pelos microorganismos ruminais e de PM pelos bovinos em fase de terminação.

Para os dados referentes às características de carcaça, não houve diferença entre os tratamentos para rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura ($P>0,05$). A ausência de diferença nas características de carcaça está de acordo com a ausência de diferença em desempenho dos animais entre os tratamentos testados.

3.3.3 Avaliação econômica das rações

Conforme foi apresentado, a inclusão de farelo de soja ou de uréia de liberação lenta na ração não melhorou o desempenho animal. Estes resultados estão de acordo com a literatura internacional. Historicamente, a uréia convencional tem sido uma fonte mais barata de N que o farelo de soja e que a uréia de liberação lenta. Entretanto, na maioria dos confinamentos comerciais do Brasil, fontes suplementares de proteína verdadeira, principalmente o farelo de soja são incluídos nas rações, sob a justificativa que o desempenho é comprometido com uso exclusivo de uréia. A simulação a seguir visou avaliar a diferença em receita líquida de um confinamento com 10.000 cabeças, utilizando as rações dos tratamentos U e FS com seus respectivos dados de desempenho. Os preços adotados para os ingredientes (matéria natural) foram: feno (R\$400,00/ton); polpa cítrica, sorgo e nutrienergia® (R\$230,00/ton), melaço (R\$600,00/ton), núcleo mineral (R\$1.200,00/ton) e uréia (R\$1.000,00/ton). O preço do farelo de soja foi variado entre R\$400,00 a R\$700,00/ton (Tabela 11).

Tabela 11 - Análise da viabilidade econômica das rações experimentais

Índices	Tratamentos ^a				
	U	FS-400	FS-500	FS-600	FS-700
Peso final (@)	17,37	17,32	17,32	17,32	17,32
@ produzidas no confinamento	4,59	4,49	4,49	4,49	4,49
Custo da ração/boi (R\$/boi)	296,7	291,3	296,3	301,3	306,3
Custo @ produzida (R\$/@)	64,6	64,8	65,9	67,1	69,3
RMCA - R\$/boi	164,3	159,7	154,7	149,7	144,7

^aU= ração com 1,7% de uréia e uréia a R\$1200,00/ton; FS-400= ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia e FS a R\$400,00/ton; FS-500= ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia e FS a R\$500,00/ton; FS-600= ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia e FS a R\$ 600,00/ton e FS-700= ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de uréia e FS a R\$ 700,00/ton.

RMCA= receita menos custo com alimentação

Para um confinamento de 10.000 cabeças, o uso exclusivo da uréia como suplemento protéico resultaria em receita adicional de R\$46.600,00 em comparação com a ração FS-400, de R\$96.600,00 em comparação com a ração FS-500, de R\$146.700,00 em comparação com a ração FS-600 e de R\$196.700,00 em comparação com a ração FS-700.

3.4 Conclusões

Tourinhos da raça Nelore em terminação, alimentados com rações com teores elevados de concentrado contendo polpa cítrica:

a) não respondem ao aumento do suprimento de proteína metabolizável na ração proveniente da substituição da uréia convencional pelo farelo de soja;

b) não respondem à substituição da uréia convencional por fonte de uréia de liberação lenta na ração;

c) dependendo dos preços da uréia e do farelo de soja, aumentos significativos na receita líquida do confinamento podem ser obtidos com a substituição total do farelo de soja por uréia convencional na ração.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. v.1 1117p.

BAMPIDIS, V.; ROBINSON, P. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.128, p.175-217, 2005.

BR-Corte - **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados** –. Ed: VALADARES F.S. C.; MARCONDES, M. I. ; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2010. 193p.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

GALO, E.; EMANUELE S.M.; SNIFFEN, C.J.; WHITE, J.H.; KNAPP, E.J.R. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 86, p. 2154–2162, 2003.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

LIMA, N.V.A. **Substituição de uréia por farelo de soja em rações com polpa cítrica para bovinos em crescimento ou em terminação**. 2006. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2006.

LUCHIARI FILHO, A. Carcaça bovina. In: LUCHIARI FILHO, A.(Ed.). **Pecuária da carne bovina**. São Paulo, 2000. p. 49-70.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

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

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.P.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005. Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 255-286

SILVA, D.J. **Análises de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.

TAYLOR-EDWARDS, C.C.; HIBBARD, G.; KITTS, S.E.; MCLEOD, K.R.; AXE, D.E.; VANZANT, E.S.; KRISTENSEN, N.B.; HARMON, D.L. Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.87, p.200–208, 2009.

TEDESCHI, L.O.; BAKER, M.J.; KETCHEN, D.J.; FOX, D.G. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 82, p. 567-573, 2002.

THOMPSON, L.H.; WISE, M.B.; HARVEY, R.W.; BARRICK, E.R. Starea, urea and sulfur in beef cattle rations. **Journal Animal Science**, Albany, v. 35, p.474–480, 1972.

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**, Albany, v.74, p.3583, 1991.

VASCONCELOS, J.T.; COLE, N.A.; MCBRIDE, K.W.; GUEYE, A.; GALYEAN, M.L.; RICHARDSON, C.R.; GREENE, L.W. Effects of dietary crude protein and supplemental urea levels on nitrogen and phosphorus utilization by feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.87, p.1174-1183, p. 2009.

WILLES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC Internacional**, Washington, v. 81, n.3, p. 620-632, 1998.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, R.S. A theoretically-base model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.39, p.95-119, 1992.

4 PROCESSAMENTOS DE GRÃOS DE MILHO E NÍVEIS DE FORRAGEM EM RAÇÕES PARA TOURINHOS NELORE EM TERMINAÇÃO.

Resumo

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia ESALQ/USP-Piraccaba/SP. Foram utilizados 192 animais (403 kg), distribuídos em 32 baias por 99 dias com objetivo de comparar rações contendo milho moído (M), laminado (L), ensilado (SGU) ou floculado (F), com 2 níveis de inclusão de bagaço de cana-de-açúcar: 12 ou 20% da MS da ração. Os animais foram dispostos em blocos de acordo com o peso corporal inicial e os dados foram analisados através do procedimento MIXED do sistema estatístico computacional SAS. Para todos os parâmetros analisados, a baia foi utilizada como unidade experimental. Não houve interação entre processamentos do grão de milho e os níveis de forragem para nenhum parâmetro avaliado ($P>0,05$). A IMS foi maior ($P<0,05$) para o tratamento L comparado com os demais. O GPD foi maior ($P<0,05$) para os tratamentos F e SGU e a EA foi maior ($P<0,05$) para os tratamentos F, SGU e M comparados com L e para o tratamento F comparado com M. O rendimento de carcaça (RC) foi maior ($P<0,05$) para os tratamentos F e M. Os maiores valores ($P<0,05$) de energia líquida de manutenção e de ganho de peso das rações foram obtidos com os tratamentos F e SGU. A digestibilidade total do amido (DTA) foi maior nas rações contendo milho floculado, intermediária com milho moído fino e com milho ensilado e menor com milho laminado ($P<0,05$). A IMS foi menor ($P<0,05$) para os tratamentos contendo rações com 12% bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração. O GPD, a EA, e o RC foram maiores nos animais dos tratamentos com 12% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração ($P<0,05$). Os valores de energia líquida de manutenção e de ganho de peso das rações foram superiores ($P<0,05$) para os tratamentos com 12% de bagaço de cana-de-açúcar na MS. A DTA não foi alterada ($P<0,05$) em função do nível de inclusão do bagaço de cana-de-açúcar nas rações. Com base nos resultados conclui-se que o milho floculado e ensilado úmido são superiores, o milho moído é intermediário e o laminado inferior como fontes energéticas para tourinhos Nelore em terminação. Rações com 12% de bagaço de cana-de-açúcar contém maior densidade energética e permitem melhor desempenho de tourinhos Nelore na fase de terminação comparadas com rações contendo 20% de bagaço de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Nelore; Processamento de milho; Níveis de forragem

Abstract

The trial was conducted at the Animal Sciences Department of the University of São Paulo – Piracicaba-SP. One hundred and ninety two (192) finishing Nellore bulls (403 kg) grouped in 32 pens were fed for 99 days to compare diets containing fine ground, dry rolled, high moisture or steam flaked flint corn and two levels (12 or 20% on DM) of sugar cane bagasse. There was no interaction between corn processing methods and diet forage levels ($P>0.05$). DMI was higher ($P<0.05$) for dry rolled corn compared to the other 3 processing methods. ADG was higher ($P<0.05$) for steam flaked and high moisture corn than for ground or rolled corn. Feed efficiency (ADG/DMI) was higher ($P<0.05$) for steam flaked corn than for fine ground or dry rolled corn, and higher ($P<0.05$) for high moisture and ground corn than for dry rolled corn. Dressing was higher ($P<0.05$) for steam flaked and ground corn than for high moisture and dry rolled corn. The highest ($P<0.05$) diet energy values were observed for steam flaked and high moisture corn. Total tract starch digestibility was highest for steam flaked, intermediate for high moisture and ground corn and lowest for dry rolled corn ($P<0.05$). DMI was lower and ADG, feed efficiency, dressing and diet energy values were higher for cattle fed 12% than 20% forage diets ($P<0.05$). Forage level had no effect on diet starch digestibility ($P>0.05$). In conclusion, steam flaked corn and high moisture corn are highest, ground corn is intermediate and dry rolled corn is lowest in energy for finishing Nellore bulls. Performance of finishing Nellore bulls is improved with 12% sugar cane bagasse forage diets compared to 20% forage diets.

Keywords: Nellore; Corn processing; Fiber levels

4.1 Introdução

De maneira geral, grãos de cereais, representam a principal fonte de energia em rações de bovinos de corte terminados em confinamento (HUNTINGTON, 1997; OWENS et al., 1997; SANTOS et al., 2004; SANTOS e MOSCARDINI, 2007). Nos últimos anos tem aumentado o interesse e a viabilidade da inclusão de doses cada vez maiores de grãos nas rações de bovinos confinados em terminação no Brasil, em virtude do crescimento expressivo da safra nacional, do custo elevado da energia contida em forragens conservadas e por questões de operacionalidade nos confinamentos de grande porte que vêm crescendo em número no país. Rações com teores mais altos de grãos propiciam ganho de peso mais rápido, melhor conversão alimentar, carcaças com melhor acabamento e rendimento e menores custos

operacionais no confinamento, podendo tornar a atividade mais rentável (PRESTON, 1998; BULLE et al., 1999; SANTOS et al, 2004).

O amido representa de 60 a 70% da maioria dos grãos de cereais (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986), portanto, maximizar o uso deste nutriente é fundamental para se obter alta eficiência alimentar dos animais confinados (THEURER, 1986; HUNTINGTON, 1997; OWENS et al., 1997; OWENS e ZINN, 2005). A digestibilidade do amido é afetada por vários fatores, principalmente tipo de grão de cereal, teor de amilopectina e de amilose, camada externa do grânulo, presença de uma matriz protéica revestindo o grânulo de amido, método de processamento e vitreosidade do grão. O processamento dos grãos de cereais visa principalmente aumentar a digestibilidade do amido no trato digestivo e assim aumentar o consumo de energia, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais (OWENS e ZINN, 2005; SANTOS e PEDROSO, 2010).

Com milho dentado, os métodos de processamento mais eficientes para aumentar a digestibilidade do amido e o desempenho de bovinos de corte são a floculação e a ensilagem de grãos úmidos, não havendo benefícios consistentes em se alterar o grau de moagem do grão seco (CORONA et al., 2005; OWENS e ZINN, 2005; SANTOS e PEDROSO, 2010). Em relação à laminação a seco, a ensilagem de milho úmido e a floculação aumentaram a eficiência alimentar de bovinos em terminação em 8,4% (LADELY et al., 1995; SCOTT et al., 2003) e em 12,7% (BARAJAS e ZINN, 1998; BROWN et al. 2000; SCOTT et al. 2003; MACKEN et al. 2004; LA BRUNE et al. 2008; LEIBOVICH et al. 2009; CORRIGAN et al. 2009) respectivamente.

O milho utilizado no Brasil é do tipo duro ou *flint*, com endosperma vítreo e amido menos digestível que do milho dentado utilizado nos Estados Unidos. É de se esperar que os benefícios do processamento, sejam maiores no milho *flint* que no dentado. No trabalho de Pedroso et al. (2010) com milho *flint*, em comparação com a laminação a seco, tanto a moagem fina quanto a floculação tiveram efeito positivo na eficiência alimentar consideravelmente maior que os relatados nos trabalhos americanos com milho dentado.

Com relação aos níveis de forragem, tem sido questionado no Brasil se animais zebuínos seriam capazes de responder de forma consistente a rações com teores altos

de concentrado (LANNA et al., 1998). Entretanto, no trabalho de Leme et al. (2003) novilhos Nelore apresentaram melhor rendimento de carcaça quando alimentados com ração com 85% de concentrado que com rações com 79 e 73%. Nunez et al. (2008) relataram que novilhos Nelore apresentaram maior eficiência alimentar com ração com 91% de concentrado que com 73%.

No Brasil a literatura ainda é bastante escassa quanto aos benefícios dos diversos tipos de processamentos de milho e de rações contendo elevado teor de amido para animais zebuínos em fase de terminação. Com isso, os objetivos deste trabalho são avaliar o desempenho e as características da carcaça dos animais e o valor energético de rações contendo milho *flint* processado através da moagem, laminação, floculação e ensilagem de grãos úmidos e a interação destes métodos de processamento com dois níveis de forragem na ração.

Referências

- BARAJAS, R.; ZINN, R.A. The feeding value of dry-rolled and steam-flaked corn in finishing diets for feedlot cattle: Influence of protein supplementation. **Journal of animal Science**, Albany, v.76, p.1744–1752, 1998.
- BROWN, M.S.; KREHBIEL, C.R.; DUFF, G.C.; GALYEAN, M.L.; HALLFORD, D.M. ; WALKER, D.A. Effect of degree of corn processing on urinary nitrogen composition, serum metabolite and insulin profiles, and performance by finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.78, p.2464-2474, 2000.
- BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.. Uso do bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso em dietas de alto teor de concentrado. 1. Desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [1999]. 1 CD-ROM.
- CORONA, L.; RODRIGUEZ, S.; WARE, R.A.; ZINN, R.A. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle. **Professional Animal Scientist**, Nebraska, v.21, p.200-206, 2005.
- CORRIGAN, M.E.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; LUEBBE, M.K.; VANDER POL, K.J.; MEYER, N F.; BUCKNER, C.D.; VANNESS, S.J.; HANFORD, K.J. Effect of corn processing method and corn wet distillers grains plus solubles inclusion level in finishing steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.87, p. 3351-3362, 2009.

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

LABRUNE, H.J.; REINHARDT, C.D.; DIKEMAN, M.E.; DROUILLARD, J.S. Effects of grain processing and dietary lipid source on performance, carcass characteristics, plasma fatty acids, and sensory properties of steaks from finishing cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.86, p.167-172, 2008.

LADELY, S.R.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; HUFFMAN, R.P. Effect of corn hybrid and grain processing method on rate of starch disappearance and performance of finishing cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.73, p.360-364, 1995.

LANNA, D.P.D. Exigências nutricionais do gado de corte – O sistema NRC. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.138-167.

LEME, P.R.; SILVA S.L.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA D.P.D, FILHO J.C.M.N Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1786-1791, 2003 (Supl. 1).

LEIBOVICH J.; VASCONCELOS, J.T; GALYEAN, M.L. Effects of corn processing method in diets containing sorghum wet distillers grain plus solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle and on in vitro fermentation of diets. **Journal Animal Science**, Albany, v.87, p. 2124-2132, 2009.

MACKEN, C.N.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Effects of concentration and composition of wet corn gluten feed in steam-flaked corn-based finishing diets. **Journal Animal Science**, Albany, v.82, p.2718-2723, 2004.

NUNEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.J.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em Novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008. Lavras. **Anais...** Lavras: Aptor Softwerw, 2008. 1 CD-ROM.

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

OWENS, F.N. Grain processing and starch digestion. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – SAÚDE DO RÚMEN, 3., 2007. Botucatu. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2007. p.235-242.

PEDROSO, A.M.; PERES, M.S.; SANTOS, F.A.P.; MOURAO, G.B.; NERI, T.G. Flint corn grain processing and protein adequacy in rations for feedlot finished Nellore bulls. **Journal of Animal Science**, Dordrecht, v. 88, E-Suppl. 2, p. 704, 2010.

PRESTON, R.L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998. Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p.82-91.

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

SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – SAÚDE DO RÚMEN, 3. 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu, Universidade Estadual Paulista ‘Julio de Mesquita Filho’, 2007. p.31-47.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 255-286

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Suplementação proteica e energética para **bovinos de corte** em confinamento. In: Pires, A. V.. **Bovinocultura de corte**, Piracicaba: FEALQ, 2010, v. 2, p. 257-280, 2010.

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

SCOTT, T.L.; MILTON, C.T.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v.81, p.3182-3190, 2003.

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

THEURER, C.B.; LOZANO, O.; ALIO, A.; DELGADO-ELORDUY, A.; SADIK, M.; HUBER, J.T.; ZINN, R.A. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal Animal Science**, Albany, v.77, p.2824-2831, 1999.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Local experimental

O experimento foi realizado nas instalações do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em Piracicaba-SP, no período de 10 de agosto a 18 de novembro de 2009, totalizando 99 dias de período experimental após a adaptação dos animais às rações.

Foram utilizados 192 tourinhos da raça Nelore com peso médio inicial de 403 kg e 24 meses de idade. Os animais receberam dose de vermífugo (Albendazol) e vacina contra clostridioses (Poli-Star®) no primeiro dia do período experimental.

Foram utilizadas 32 baias de 32 m² de área (4x8m), providas de piso de concreto com 60% da área coberta, 4 metros lineares de cocho e bebedouro.

4.2.2 Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento em blocos completos aleatorizados, com arranjo fatorial 4x2, com o objetivo de comparar 4 métodos processamentos de milho (laminação a seco, moagem fina, floculação e ensilagem de grãos úmidos) e dois níveis de bagaço de cana-de-açúcar “in natura” (12 ou 20% da MS).

Os animais foram distribuídos nos blocos de acordo com o peso corporal inicial, visando compor unidades experimentais (baias) com peso inicial semelhante dentro de cada bloco. A cada 8 baias, formava-se 1 bloco, totalizando 4 blocos e 32 baias. A blocagem foi realizada após o período de adaptação dos animais às rações experimentais e foi realizado sorteio dentro dos blocos para se definir qual tratamento cada baia iria receber.

4.2.3 Rações experimentais e manejo alimentar

Os animais foram provenientes de pastagens e foram adaptados às rações experimentais gradativamente por 21 dias, partindo de uma ração com 40% de volumoso e 60% de concentrado (Tabela 12). A cada 7 dias a quantidade de concentrado foi aumentada em 10 unidades percentuais. Após o 21º dia de adaptação os animais foram pesados, blocados e passaram a receber as rações experimentais por 99 dias.

Tabela 12 - Composição (% da MS) das rações de adaptação

Ingredientes (%MS)	Ração 1	Ração 2	Ração 3
Silagem de milho	28,0	18,0	8,0
Bagaço de cana de açúcar	12,0	12,0	12,0
Milho moído	51,0	60,7	70,5
Melaço	6,0	6,0	6,0
Uréia	0,7	1,0	1,2
Mistura Mineral	1,5	1,5	1,5
Calcário	0,6	0,6	0,6
Cloreto de Potássio	0,2	0,2	0,2

As composições das rações experimentais estão apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Composição de ingredientes das rações experimentais (% da MS)

Ingredientes	Tratamentos ^a							
	M12	M20	L12	L20	SGU12	SGU20	FL12	FL20
Bagaço	12	20	12	20	12	20	12	20
Milho	77	68,8	77	68,8	77	68,8	77	68,8
Melaço	6	6	6	6	6	6	6	6
Uréia	1,7	1,9	1,7	1,9	1,7	1,9	1,7	1,9
Minerais ^b	3	3	3	3	3	3	3	3
KCl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

^a M12 = milho moído fino e 12% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração; M20 milho moído fino e 20% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração ; L12 = milho laminado e 12% de bagaço de cana – de açúcar na MS da ração; L 20 = milho laminado e 20% de bagaço de cana – de açúcar na MS da ração; SGU12 = milho ensilado com alta umidade e 12% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração; SGU 20= milho ensilado com alta umidade e 20% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração; FL12= milho floculado e 12% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração; FL 20= milho floculado e 20% de bagaço de cana-de-açúcar na MS da ração.

^b-composição: sódio (62,5 g/kg), cálcio (175 g/kg), fósforo (25 g/kg), enxofre (25g/kg), magnésio (16g/kg), manganês (780 mg/kg), zinco (1875 mg/kg), cobre (399 mg/kg), cobalto (23,6 mg/kg), iodo (23,6 mg/kg), selênio (6,5 mg/kg), vitamina A (7800 UI), vitamina D3 (9750 UI), vitamina E (325 UI) e monensina sódica (780 mg/kg).

O bagaço de cana-de-açúcar utilizado no experimento foi adquirido de usina comercial em Rio das Pedras – SP e foi entregue a cada 15 dias no local do experimento, depositado no chão e coberto com lona plástica sempre que havia possibilidade de chuva no local. Foram colhidas amostras de aproximadamente 300 gramas a cada 3 dias a fim de determinar sua MS (12 horas em estufa a 105° C) e com isso aferir a quantidade dos ingredientes da ração.

O milho moído fino foi processado em moinho de martelo e o tamanho médio de partículas foi de 1,10mm, segundo metodologia de Yu et al. (1998).

O milho laminado foi processado utilizando um laminador modelo “Process Milling” da marca Mendes & Mendo. O tamanho médio de partículas do milho laminado foi de 3,02 mm.

Para a produção de silagem de grãos úmidos, o objetivo foi iniciar a colheita e o armazenamento do material quando os grãos de milho apresentassem entre 28 a 32% de umidade, porém devido a problemas operacionais que retardaram a colheita, o

material apresentou em média 22,8% de umidade. Antes de serem armazenados em silos cilíndricos de lona plástica (“bags”) os grãos de milho passaram por rolos laminadores acoplados à máquina que confeccionava os silos. Com o objetivo de assegurar a qualidade e diminuir as perdas do material ensilado, foi adicionado no momento da ensilagem o aditivo antimicrobiano benzoato de sódio. A dosagem utilizada foi de 0,18% de benzoato de sódio por kg de milho em sua forma natural. O produto foi diluído em água deionizada (360g/L) e distribuído com um pulverizador do tipo bomba costal, no momento em que o milho foi colocado na máquina que confeccionava os silos de lona. O material permaneceu 5 meses no silo antes de ser utilizado no experimento.

O milho floculado foi adquirido da Total Alimentos, em Três Corações – MG. O material foi entregue no Departamento de Zootecnia em duas remessas e estocado em barracão coberto e com piso revestido de concreto. Procurou-se evitar ao máximo a quebra os flocos de milho e diariamente o material foi inspecionado para verificar as condições de armazenamento, principalmente se havia elevação de temperatura e formação de mofo. A densidade do milho floculado ao sair do floculador foi de 280 a 300 g/L, conforme relatado pela empresa responsável pelo processamento.

Os cultivares de milho utilizados no presente estudo foram cultivares classificados comercialmente como duros e semi-duros pelas empresas de sementes. Por limitações operacionais as partidas de milho e os cultivares utilizados variaram entre os tratamentos em virtude de: a) limitação na capacidade de estocagem do total de grãos de milho utilizado no experimento, obrigando à realização de compra de várias partidas de milho ao longo do experimento; b) dificuldade de encontrar no mercado lotes de milho de um único cultivar; c) todo o milho laminado teve que ser processado no início do experimento, uma vez que a máquina laminadora utilizada foi emprestada por empresa privada por tempo limitado; d) o milho floculado foi adquirido de empresa privada em duas partidas ao longo do experimento, e não foi possível ter controle do cultivar utilizado.

As rações foram ofertadas aos animais uma vez ao dia, sempre no período da tarde e na forma totalmente misturada, utilizando vagão misturador com capacidade de 2 m³ (TOTALMIX® EXPRESS 20 - CASALE) com sistema de mistura utilizando três

roscas horizontais. O vagão continha balança eletrônica com precisão de 2 kg e esta balança foi utilizada para quantificar a ração que foi ofertada por baia. Os ingredientes foram pesados individualmente em balança de 100 kg com precisão de 0,1kg (MARTE®), exceto o milho ensilado com alta umidade e o bagaço de cana de açúcar que foram colocados diretamente no vagão misturador. O melaço de cana-de-açúcar foi diluído em água a fim de obter melhor mistura final das rações.

A quantidade de ração fornecida foi ajustada diariamente para manter, no máximo, 3% de sobras, que foram retiradas a cada 3 dias e pesadas, permitindo a avaliação do consumo efetivo por baia.

Os bebedouros foram drenados e lavados semanalmente. O piso de todas as baias foi raspado a cada 10 dias com auxílio de um trator provido de uma lâmina.

Para a determinação do ganho de peso diário (GPD) os animais foram pesados no primeiro e no último dia do período experimental, após jejum alimentar de 16 horas. A eficiência alimentar (EA) dos animais foi calculada dividindo-se o GPD pela ingestão de matéria seca (IMS) média da baia. Pesagens intermediárias foram realizadas a cada 30 dias sem jejum prévio para monitorar o desempenho animal.

4.2.4 Coleta e análise bromatológica dos ingredientes

Amostras do bagaço de cana-de-açúcar e da silagem de grãos úmidos foram colhidas a cada 3 dias para determinação de matéria seca em estufa a 105° C por 12 horas, com a finalidade de ajustar as quantidades de matéria original de cada ingrediente na ração.

Amostras dos ingredientes utilizados nas rações foram coletadas semanalmente no decorrer do experimento, para posteriores análises químicas. As amostras foram pré secadas em estufas com ventilação forçada (55°C) por 72 horas (Silva, 1990), moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras de 1,0 mm e em seguida foram congeladas a temperatura de -20°C. Após o término do experimento o material foi descongelado e as amostras foram compostas, formando amostras homogêneas de cada ingrediente.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

Para a determinação dos teores de MS dos ingredientes, estes foram colocados em estufa de circulação forçada a 105°C por 12 horas.

As amostras dos ingredientes, secas em estufa a 55 °C, foram analisadas para MO e cinzas (AOAC, 1990). Os valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método seqüencial, com adição de sulfito de sódio e de amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991) com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyzer (ANKON® Technology Corp.), conforme descrito por Holden (1999). Os valores de nitrogênio total foram obtidos com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO (WILES; GRAY; KISSING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25. O extrato etéreo foi mensurado a partir da extração com éter de petróleo por um período de 5 horas conforme metodologia proposta por Campos, Nussio e Nussio (2004).

4.2.5 Coleta de fezes e determinação do teor de amido fecal e digestibilidade do amido

Foram realizadas três coletas de fezes dos animais experimentais (aos 30, 60 e 90 dias de confinamento). As amostras foram colhidas diretamente do reto dos animais no período da manhã (8:00 as 11:00 horas), em média 5 horas antes do fornecimento da ração. As amostras foram acondicionadas imediatamente após a coleta em caixas de isopor com gelo. Posteriormente foram secas em estufa a 55°C durante 48 horas e moídas em moinho de facas com peneiras de 1 mm. As amostras secas foram compostas formando uma amostra homogênea por baia e foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS) de acordo com A.O.A.C. (1990) e amido utilizando a técnica de espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo através do espectrômetro FOSS NIRSystem 5000.

As digestibilidades 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 é o 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).

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

$$^{(2)} \text{ELg}_{\text{Milho}} = 0,877 \times \text{ELm}_{\text{Milho}} - 0,41$$

Em que, $\text{ELm}_{\text{Milho}}$ = energia líquida para manutenção do milho (Mcal/dia)

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

AF = amido fecal (% da MS)

4.2.6 Coleta de dados após o abate

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial em Bauru-SP. Após o abate, foram determinados o peso da carcaça quente e o rendimento de carcaça (peso da carcaça quente dividido pelo peso vivo final do animal após jejum de sólido de 16 horas. Após o abate as meias carcaças foram numeradas e levadas para câmara fria a 0°C por 24 horas.

Após o período de resfriamento, as meias carcaças esquerdas foram retiradas da câmara e serradas, resultando em um corte transversal entre a 12ª e a 13ª costelas e expondo o músculo *Longissimus dorsi*. Nesse músculo, foi mensurada a espessura de gordura, obtida na altura do terceiro quarto da amostra a partir da coluna vertebral e a área de olho de lombo. Para a leitura da espessura de gordura, foi utilizado uma régua graduada em milímetros e para a área de olho de lombo, foi utilizado uma transparência graduada em centímetros quadrados (grid LinBif) (LUCHIARI FILHO, 2000) (Figura 3).

Foi realizada análise visual nos fígados dos animais a fim de se detectar presença de abscessos hepáticos. O procedimento foi feito por um funcionário do frigorífico, que tocava toda a superfície do órgão e quando percebia alguma anormalidade, realizava vários cortes ao longo do mesmo. Desta maneira realizou-se a análise visual na parte externa, e quando necessário, na parte interna do órgão.

4.2.7 Cálculo de energia líquida das rações

O cálculo dos valores de energia líquida observada foi feito com base nos dados de peso corporal médio dos animais (PC), GPD e IMS obtidos no experimento, utilizando-se a metodologia proposta por Zinn e Shen (1998). A baía foi a unidade experimental.

Foram calculadas as exigências de energia de ganho (E_g) e de manutenção (E_m) dos animais através das fórmulas 1 e 2, relacionadas com o GPD (kg/dia) e ao peso metabólico (kg) dos animais durante o período experimental. A partir destes valores, calculou-se a energia líquida das rações (Mcal/kg de MS) para ganho (EL_g) e manutenção (EL_m), através das fórmulas 3 e 4.

$$(1) E_g = [0,0493 PC^{0,75}] GPD^{1,097} ; (NRC, 1984)$$

$$(2) E_m = 0,077 PC^{0,75} ; (LOFGREEN; GARRETT, 1968)$$

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

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

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

$$c = -0,41 E_m$$

$$(4) EL_g = 0,877 EL_m - 0,41 ; (ZINN; SHEN, 1998)$$

Em que, E_g = exigência em energia para ganho (Mcal/dia)

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

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

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

4.2.8 Análise dos dados

Os dados foram analisados através do procedimento MIXED do sistema estatístico computacional SAS (1999). As médias foram comparadas através do teste de Tuckey, considerando nível de significância de 5% como diferença estatística. Para todos os parâmetros analisados, a baía foi utilizada como unidade experimental.

Obrigatoriamente, todos os conjuntos de dados foram testados antes da análise geral final, na intenção de assegurar que todas as premissas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homocedasticidade) estivessem sendo respeitadas.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Composição química dos ingredientes

Os resultados das análises químicas dos ingredientes das rações experimentais encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 – Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

Item ¹	Milho moído	Milho laminado	Silagem de grãos úmidos	Milho floculado	Milho inteiro	BC ²
MS, % MS	87	87	77,2	86	88,7	51,3
MM, % MS	1,3	1,23	1,22	0,72	1,23	6,37
PB, % MS	8,71	9,25	9,74	8,05	9,1	3,34
EE, % MS	4,8	4,65	4,08	1,42	4,47	0,72
FDN, % MS	17,34	13,09	7,43	8,2	14,03	88,16
FDA, % MS	4,15	4,19	3,31	3,15	5,07	50,15
LIG, % MS	0,55	0,56	0,44	0,41	0,92	7,58

¹MS= matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; LIG= lignina.

² Bagaço de cana-de-açúcar “in natura”

Por problemas operacionais houve atraso na colheita do milho destinado para a produção de SGU o que resultou em teor de umidade da silagem mais baixa (22,8%) do que o recomendado, que seria entre 28 e 32% (OWENS e ZINN, 2005). De acordo com esses autores, por razões desconhecidas grãos de milho ensilados com teores de umidade entre 20 e 24% resultam em eficiências alimentares piores que as obtidas com grãos laminados a seco ou grãos ensilados mais úmidos. Portanto, a baixa umidade da silagem de grãos úmidos utilizada no presente estudo pode ter prejudicado o desempenho dos animais deste tratamento.

4.3.2 Desempenho animal e características da carcaça

Não houve interações significativas ($P>0,005$) entre os métodos de processamento de milho e os níveis de bagaço de cana-de-açúcar nas rações para os parâmetros avaliados de desempenho animal, características da carcaça, valores de energia das rações e teor de amido fecal. Portanto, os resultados referentes aos métodos de processamento serão apresentados separadamente dos resultados obtidos com os dois níveis de bagaço de cana-de-açúcar.

Na Tabela 15 estão apresentados os dados de desempenho e características de carcaça dos animais recebendo rações que continham milho moído fino, laminado, ensilado com alta umidade ou floculado.

Tabela 15 - Desempenho e características da carcaça dos animais recebendo as rações contendo grãos de milho processados por diferentes métodos

Variáveis	Tratamentos ^a					P ^b
	M	L	SGU	FL	EPM	
Peso inicial, kg	403,29	403,22	403,04	403,43	0,269	NS
Peso final, kg	514,7bc	511,4c	523,7ab	527,2a	3,153	0,0059
GPD, kg/d	1,12b	1,09b	1,21a	1,25a	0,031	0,0057
IMS, kg	9,37b	10,18a	9,41b	9,26b	0,168	0,0034
EA, gpd/ims	0,121b	0,108c	0,129ab	0,136a	0,004	<0,001
Rendimento de carcaça, %	55,7a	54,86b	54,92b	55,6a	0,170	0,0025
Espessura gordura subcutânea, mm	5,8	6,61	6,71	6,53	0,348	NS
Área de olho de lombo, cm ²	63,75	62,47	62,96	62,46	0,896	NS
EL manutenção (mcal/kg/MS) ^c	1,73b	1,58c	1,821ab	1,93a	0,0386	<0,001
EL ganho de peso (mcal/kg/MS) ^c	1,11b	0,97c	1,18ab	1,28a	0,0339	<0,001

Letras diferentes na mesma linha representam médias diferentes ($p \leq 0,05$)

^a M = milho moído fino; L = milho laminado; SGU = silagem de grãos úmidos; FL = milho floculado

^b Valor de probabilidade

^c Energia líquida de manutenção e de ganho de peso das rações experimentais.

NS = não significativo a 5%.

EPM= erro padrão da média

Os pesos iniciais não diferiram entre os tratamentos ($P>0,05$). Os pesos finais e o GPD dos animais foram maiores nos tratamentos F e SGU e menores nos tratamentos M e L ($P<0,05$). Em comparação com a laminação do milho, a floculação e a SGU aumentaram o GPD dos animais em 14,6 e 11,0% respectivamente e em comparação com o milho moído fino os aumentos foram de 11,6 e 8,0% respectivamente. A moagem fina não melhorou o GPD dos animais comparada com a laminação a seco.

A ingestão de matéria seca foi 9,9, 8,2 e 8,6% maior para os animais alimentados com o milho laminado em comparação com a ingestão dos animais alimentados com milho floculado, SGU e milho moído fino respectivamente ($P<0,05$).

A floculação dos grãos de milho aumentou a eficiência alimentar dos animais em 26% comparada com a laminação e em 12,4% comparada com a moagem fina ($P<0,05$) e não diferiu da ensilagem de grãos úmidos ($P>0,05$). A ensilagem de grãos úmidos aumentou a EA dos animais em 19,4% comparada com a laminação e não diferiu da moagem fina ($P>0,05$). A moagem fina aumentou a EA em 12% comparada com a laminação do milho ($P<0,05$).

A floculação dos grãos de milho aumentou a EI de manutenção da ração em 22,2% e a EI de ganho em 32% comparada com a laminação, aumentou em 11,6% a EI de manutenção e em 15,3% a EI de ganho comparada com a moagem fina ($P<0,05$) e não diferiu da ensilagem de grãos úmidos ($P>0,05$). A ensilagem de grãos úmidos aumentou a EI de manutenção em 15,2% e a EI de ganho em 21,6% comparada com a laminação e não diferiu da moagem fina ($P>0,05$). A moagem fina aumentou a EI de manutenção em 9,5% e a EI de ganho em 14,4% comparada com a laminação do milho ($P<0,05$).

Os rendimentos de carcaça foram maiores nos animais alimentados com milho floculado e moído fino comparados com os alimentados com milho laminado ou com SGU ($P<0,05$), não havendo diferença entre os tratamentos para espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo ($P>0,05$).

A porcentagem de amido fecal, a digestibilidade total do amido e os valores de energia líquida de manutenção e de ganho de peso do milho estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Porcentagem de amido fecal, digestibilidade total do amido e energia líquida de manutenção e de ganho do milho processado através de diferentes métodos

	Tratamentos ^a					P ^b
	M	L	SGU	FL	EPM	
% amido fezes	9,68b	20,03a	10,20b	3,42c	1,27	<0,001
DTA ¹ (%)	94,44b	85,73c	93,32b	98,28a	1,06	<0,001
Elm, Mcal/kg ²	2,33b	2,10c	2,30b	2,44a	0,02	<0,001
Elg, Mcal/kg ²	1,63b	1,43c	1,61b	1,73a	0,02	<0,001

^a M = milho moído fino; L = milho laminado; SGU = milho alta umidade; FL = milho floculado.

^b Valor de probabilidade

¹ = Digestibilidade total do amido (Zinn et al. 2002) ; ² = valores de energia líquida de manutenção e de ganho do milho (Zinn et al. 2002) .

Letras diferentes na mesma linha representam médias diferentes ($p \leq 0,05$).

EPM = erro padrão da média.

A concentração de amido fecal foi maior nos animais alimentados com milho laminado, intermediária com milho moído fino e SGU e menor com milho floculado ($P < 0,01$). As digestibilidades do amido no trato digestivo total e as concentrações de energia dos grãos de milho, estimadas indiretamente a partir das concentrações de amido fecal (ZINN e SHENN, 1998), foram maiores nos animais alimentados com milho floculado, intermediárias com milho moído e SGU e menores com milho laminado ($P < 0,01$).

A IMS maior para o grão laminado em comparação com o milho floculado ou ensilado úmido está de acordo com os dados revisados da literatura internacional (LADELY et al., 1995; OWENS et al, 1997; BARAJAS e ZINN, 1998; SCOTT et al., 2003; CORONA et al., 2005; LEIBOVICH et al., 2009; CORRIGAN et al., 2009). A redução na IMS observada com milho floculado ou ensilado úmido em comparação com milho laminado, deve-se provavelmente ao maior teor energético dos grãos conforme relatado por Zinn et al. (2002; 2007) e por Owens e Zinn (2005). De acordo com Zinn et al. (2002) a floculação do milho aumenta a EI de manutenção em 15% e a EI de ganho em 18% comparada com a laminação a seco. De acordo com esses autores os valores de energia líquida do milho floculado estão subestimados e os do laminado estão

superestimados nas tabelas do NRC (1996). No presente estudo as concentrações de energia líquida foram mais altas para as rações com grãos floculados, grãos ensilados e grãos moído fino em comparação com as rações com grãos laminados, explicando as diferenças em IMS. Entretanto, apesar das diferenças em concentração energética entre as rações com milho moído fino e milho floculado, a IMS não diferiu entre esses tratamentos.

No presente estudo, apesar da moagem fina ter aumentado a energia líquida de manutenção e de ganho da ração em comparação com a laminação, não houve diferença na IMS. Corona et al. (2005) também não observaram diferença na IMS de animais alimentados com milho laminado em comparação com milho moído fino, entretanto, nesse trabalho não houve aumento da energia da ração com a moagem fina. Em trabalhos conduzidos com bovinos confinados no Brasil, animais alimentados com SGU apresentaram menor IMS que os alimentados com milho moído fino (SILVA et al., 2007; COSTA et al., 2002).

O GPD maior dos animais alimentados com milho floculado e SGU em comparação com o milho laminado no presente estudo não foi observado nos trabalhos revisados por Owens et al. (1997). De acordo com esses autores a floculação melhorou o desempenho animal através da melhora na eficiência alimentar, com redução na IMS e manutenção do GPD. Entretanto, em trabalhos mais recentes compilados na Tabela 3 (BARAJAS e ZINN, 1998; BROWN et al. 2000a; BROWN et al. 2000b; SCOTT et al. 2003; MACKEN et al. 2004; LA BRUNE et al. 2008; LEIBOVICH et al. 2009; CORRIGAN et al. 2009), a floculação aumentou o GPD em média 9,0%, próximo dos 11% observados no presente estudo. No trabalho de Pedroso et al. (2010) com milho *flint* conduzido no Brasil, a floculação também aumentou o GPD comparada com a laminação. No caso da SGU, nos trabalhos americanos compilados na Tabela 4 (LADELY et al., 1995; SCOTT et al., 2003) o GPD dos animais não foi maior que com grãos laminados, ao passo que nos trabalhos conduzidos no Brasil e compilados na Tabela 5 (SILVA et al. 2007, HENRIQUE et al. 2007 e COSTA et al. 2002), houve aumento médio de 4,87% no GPD, porém tendo sido significativo apenas no trabalho de Costa et al. (2002). No presente estudo, mesmo com a redução na IMS nas rações

com milho floculado e com SGU em comparação com milho laminado, a ingestão de energia foi superior nas rações com grãos mais processados.

A moagem fina do milho não aumentou o GPD dos animais em comparação com a laminação, uma vez que o aumento na ingestão de energia líquida não foi tão expressivo quanto com os grãos floculados e ensilados. O mesmo foi relatado no trabalho de Corona et al. (2005).

O efeito positivo da floculação e da ensilagem de milho dentado na eficiência alimentar de bovinos confinados tem sido demonstrado de forma consistente na literatura internacional (OWENS et al, 1997; OWENS e ZINN, 2005; SANTOS e PEDROSO, 2010). Assim como no trabalho de Pedroso et al. (2010) com milho *flint*, a floculação aumentou a EA de forma expressiva no presente estudo, com valores bem acima dos observados nos trabalhos com milho dentado, relatados por Owens et al. (1997). O efeito positivo da ensilagem de milho na EA no presente estudo também foi maior que nos trabalhos americanos com milho dentado compilados na Tabela 4 (LADELY et al., 1995; SCOTT et al., 2003).

Apesar da ausência de efeito no GPD, a moagem fina do milho aumentou a EA em comparação com a laminação em virtude da menor IMS. Com milho dentado, Corona et al. (2005) não observaram vantagem da moagem fina em comparação com a laminação do milho para bovinos em terminação.

A hipótese mais plausível para explicar os efeitos mais expressivos da floculação, da SGU e da moagem fina no desempenho animal e nos valores de energia líquida observados no presente estudo, em relação aos relatados nos trabalhos internacionais (OWENS et al. 1997; ZINN et al., 2002), é a diferença do tipo de milho, dentado x duro entre os trabalhos. Entretanto, os valores de amido fecal observados neste estudo quando comparados com os de Corona et al. (2005) com milho dentado, não corroboram a hipótese acima. Os teores de amido fecal relatados por Corona et al. (2005) com rações com 12% de forragem e 75% de milho, muito próximas das rações do presente estudo, foram 19,6% com milho laminado, 16,2% com milho moído e 1,75% com milho floculado. Os valores de 19,6% de amido fecal com milho laminado nesse trabalho são próximos dos 20,03% observados no presente estudo. A maior diferença ocorreu para a moagem fina, com valor de 9,68% neste estudo contra 16,2%

no trabalho de Corona et al. (2005). A diferença de concentração de amido fecal para o milho floculado e laminado no presente estudo foi de 16,61 unidades percentuais contra 17,85 unidades percentuais no trabalho de Corona et al. (2005). De forma comparativa, esta diferença não permite explicar o aumento de 26% na EA neste estudo contra o aumento de 17,6% relatado no trabalho de Corona et al. (2005).

De acordo com Zinn et al. (2002) o aumento no valor energético do grão de milho com a floculação não é consequência exclusiva do aumento da digestibilidade do amido. Outros componentes nutricionais do milho também têm sua digestibilidade aumentada com a floculação. No presente estudo não foram avaliadas as digestibilidades de outros compostos nutricionais além do amido. De acordo com os dados da Tabela 14, tanto o milho floculado quanto a SGU apresentaram teores de FDN menores que o milho laminado, o que pode em parte ter contribuído para o aumento da energia nesses grãos. Visualmente, o milho floculado apresentava-se com menor teor de impurezas que os demais. Isso pode ter contribuído para o efeito positivo tão expressivo da floculação em comparação com a laminação no desempenho animal.

Por razões desconhecidas o GPD dos animais foi baixo, incompatível com a ingestão de energia estimada e com a energia líquida dos grãos de milho. Aparentemente os valores de energia dos grãos de milho foram superestimados neste estudo. Isto pode ter ocorrido em virtude de valores subestimados de amido fecal. A coleta de fezes foi realizada em média 5 horas antes do fornecimento das rações. De acordo com Caetano et al. (2010), o teor de amido fecal de bovinos confinados flutua ao longo do dia. Caso a coleta tenha sido feita em horário com menor concentração que o valor médio do dia, isto pode ter comprometido as estimativas de digestibilidade do amido e de energia dos grãos. Independente deste fato, as diferenças de concentração de amido fecal entre os tratamentos continuam sendo parâmetros válidos para indicar as vantagens dos métodos mais intensivos de processamento que a laminação.

Como citado anteriormente, neste estudo não houve interações entre os tipos de processamento de milho e os níveis de forragem das rações. Na Tabela 17 estão apresentados os dados de desempenho e características de carcaça dos animais recebendo rações que continham 12 ou 20% da MS de bagaço de cana-de-açúcar.

Tabela 17 - Desempenho e características da carcaça dos animais recebendo rações contendo 12 ou 20% da MS de bagaço de cana-de-açúcar

Variáveis	Tratamentos ^a			
	12	20	EPM	P ^b
Peso inicial, kg	403,14	403,35	0,1905	NS
Peso final, kg	523,66	514,89	2,2298	0,0112
GPD, kg/d	1,21	1,12	0,0223	0,0057
IMS, kg	9,32	9,79	0,1191	0,0034
EA, gpd/ims	0,131	0,116	0,0028	<0,001
Rendimento de carcaça, %	56	55	0,1206	<0,001
Área de olho de lombo, cm ²	63,25	62,57	0,6333	NS
Espessura de gordura subcutânea, mm	6,95	5,88	0,2458	NS
EL manutenção (mcal/kg/MS) ^c	1,830	1,690	0,027	<0,001
EL ganho de peso (mcal/kg/MS) ^c	1,199	1,075	0,024	<0,001

^a 12 = 12% de bagaço de cana - de - açúcar na MS da ração; 20 = 20% de bagaço de cana - de - açúcar na MS da ração.

^b valor de probabilidade

^c Energia líquida de manutenção e de ganho de peso das rações experimentais.

EPM = erro padrão da média.

NS = não significativo a 5%.

Tourinhos da raça Nelore em terminação apresentaram menor IMS (- 4,8%), maior GPD (8,0%), maior EA (13,0%) e maior RC (P<0,01) quando alimentados com rações contendo 12% de bagaço de cana-de-açúcar em comparação com os animais alimentados com rações contendo 20% dessa forragem, independente do método de processamento do milho. As concentrações de energia líquida foram maiores nas rações com menor teor de forragem (P<0,01). Não houve diferenças entre os tratamentos para os parâmetros área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea (P>0,05).

Na Tabela 18 são apresentados os dados de amido fecal e as estimativas de digestibilidade do amido e dos valores energéticos do milho.

Tabela 18 - Porcentagem de amido fecal, digestibilidade total do amido, energia líquida de manutenção e de ganho de peso do milho nas rações com 12 ou 20% de bagaço de cana-de-açúcar

	Tratamentos ^a			
	12	20	EPM	P ^b
% amido fezes	11,80	9,79	0,89	NS
DTA ¹ (%)	92,93	93,77	0,77	NS
Elm, Mcal/kg ²	2,27	2,32	0,2	NS
Elg, Mcal/kg ²	1,58	1,62	0,01	NS

^a 12 = 12% de bagaço de cana - de - açúcar na MS da ração; 20 = 20% de bagaço de cana - de - açúcar na MS da ração.

^b valor de probabilidade

¹ = Digestibilidade total do amido (Zinn et al. 2002) ; ² = valores de energia líquida de manutenção e de ganho do milho (Zinn et al. 2002).

EPM = erro padrão da média.

NS = não significativo a 5%

Não houve efeito de nível de forragem da ração nos teores de amido fecal, digestibilidade do amido e valor energético do milho ($P>0,05$).

O melhor desempenho dos animais alimentados com o menor teor de forragem na ração está de acordo com os trabalhos revisados, principalmente com a literatura internacional, onde há várias décadas já se destacam os benefícios em ganho de peso, eficiência alimentar e rendimento de carcaça das rações com elevados teores de concentrado (MEYER et al. 1967; HASKINS et al. 1969; WHITE et al. 1969; VANCE et al. 1972; SCHAIBLY et al. 1974; COLE et al. 1976; PERRY et al. 1976; YOUNG et al. 1978; WOODY et al. 1983; MCCARTHY et al. 1985; BRENNAN et al. 1987; POORE et al. 1990; STOCK et al. 1990; HUFFMAN et al. 1992; BARTLE et al. 1994; LOERCH et al. 1998).

O fornecimento de rações com teores altos de concentrado, especialmente amido, para zebuínos, tem sido questionado no Brasil. Lanna (1998) reportou que o desempenho de animais zebuínos é inconsistente quando estes são alimentados com rações com alto teor de concentrado. Entretanto os resultado do presente estudo estão em concordância com os dados de Nunez et al. (2008) que avaliaram o desempenho de 72 novilhos Nelore durante 61 dias em confinamento, recebendo rações com 73 ou

91% de concentrado. A eficiência alimentar e o rendimento de carcaça foram superiores para os animais que receberam a ração com o maior nível de concentrado. Leme et al. (2003) compararam rações contendo 27, 21 e 15 % as MS de bagaço de cana-de-açúcar para novilhos Nelore em confinamento. O ganho de peso e a eficiência alimentar não foram afetados pelos tratamentos, mas o rendimento de carcaça foi maior na ração com 15% de bagaço de cana-de-açúcar.

No presente trabalho, o melhor desempenho e rendimento de carcaça dos animais alimentados com 12% de bagaço de cana-de-açúcar pode ser explicado por dois motivos: os maiores valores de energia líquida de manutenção e de ganho das rações com menor teor de forragem e a ausência de desordens nutricionais com essas rações, sem redução drástica da IMS. A incidência de abscessos hepáticos foi baixa no experimento conforme análise descritiva dos dados. Nenhum abscesso foi observado nos animais alimentados com milho moído e apenas 2,1, 2,1 e 6,2% dos animais nos tratamentos com milho laminado, ensilado e floculado respectivamente, apresentaram abscesso hepático. Sitta et al. (2010) também não relataram ocorrência de abscessos hepáticos em tourinhos Nelore alimentados com rações contendo 12% de feno e 78% de milho moído fino. Pedroso et al. (2010) também não relataram incidência significativa de abscessos hepáticos em tourinhos Nelore alimentados com rações contendo 12% de feno e mais de 75% de milho laminado, moído fino ou floculado.

4.4 Conclusões

Em rações contendo 12 e 20% de bagaço de cana-de-açúcar na MS, para tourinhos Nelore em terminação:

- A moagem fina, a ensilagem do grão úmido e a floculação dos grãos de milho aumentam a digestibilidade total do amido, a energia líquida das rações e melhoram o desempenho dos animais.
- A ensilagem de grãos úmidos de milho aumenta o GPD dos animais comparação com a moagem fina.

- A floculação dos grãos de milho aumenta a digestibilidade total do amido e a energia líquida das rações e melhora o desempenho dos animais comparação com moagem fina.

Em comparação com rações contendo 20% de bagaço de cana-de-açúcar, independente do método de processamento dos grãos de milho, rações com 12% de bagaço de cana-de-açúcar contêm maior densidade energética e permitem melhor desempenho de tourinhos Nelore na fase de terminação.

Nos níveis testados, o teor de forragem da ração não altera o teor de amido fecal em tourinhos Nelore na fase de terminação.

Em rações com 12% e 20% de bagaço de cana-de-açúcar na MS a incidência de abscessos hepáticos é pouco significativa em tourinhos Nelore na fase de terminação independente do método de processamento de milho.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. v.1 1117p.

BARAJAS, R.; ZINN, R.A. The feeding value of dry-rolled and steam-flaked corn in finishing diets for feedlot cattle: Influence of protein supplementation. **Journal of animal Science**, Albany, v.76, p.1744–1752, 1998.

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

BRENNAN, R.W.; HOFFMAN, M.P.; PARRISH, F.C.; EPPLIN, F.; BHIDE, S. ;HEADY, E.O. Effects of differing ratios of corn silage and corn grain on feedlot performance, carcass characteristics and projected economic returns. **Journal of animal Science**, Albany, v.64, p. 23-31, 1987.

BROWN, M.S.; KREHBIEL, C.R.; DUFF, G.C.; GALYEAN, M.L.; HALLFORD, D.M. ; WALKER, D.A. Effect of degree of corn processing on urinary nitrogen composition,

serum metabolite and insulin profiles, and performance by finishing steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.78, p.2464-2474, 2000a.

BROWN, M.S.; KREHBIEL, C.R.; GALYEAN, M.L.; REMMENG, M.D.; PETERS, J.P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J. ; MOSELEY, W.M. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood hemistry, and endocrine profiles of beef steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.78, p.3155-3168, 2000b.

CAETANO, M.; NUÑEZ, A.J.C.; MOURÃO, G.B.; LANNA, D.P.D. Time of collection affects starch losses in Nellore and crossbred cattle in commercial feedlots. **Journal of Animal Science**, Denver, v. 88, E-Suppl. 2, p. 697, 2010.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CALDERON-CORTES, J. F. ; ZINN, R.A. Influence of dietary forage level and forage coarseness of grind on growth performance and digestive function in feedlot steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.74, p.2310-2316, 1996.

COLE, N.A.; JOHNSON, R.R.; OWENS, F.N. Influence of roughage level and corn processing method on the site and extent of digestion by beef steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.43, p.490-496, 1976.

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

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

CORRIGAN, M.E.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; LUEBBE, M.K.; VANDER POL, K.J.; MEYER, N F.; BUCKNER, C.D.; VANNESS, S.J.; HANFORD, K.J. Effect of corn processing method and corn wet distillers grains plus solubles inclusion level in finishing steers. **Journal of animal Science**, Albany, v.87, p. 3351-3362, 2009.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.112, p.29-78, 2004.

HASKINS, B.R.; WISE, M.B.; CRAIG, H.B.; BLUMER, T.N.; BARRICK, E.R. Effects of adding low levels of roughages or roughage substitutes to high energy rations for fattening steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.29, p. 345-353, 1969.

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.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

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

HUFFMAN, R.P.; STOCK, R.A.; SINDT, M.H.; SHAIN, D.H. Effect of fat type and forage level on performance of finishing cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.70, p. 3889-3898, 1992.

LADELY, S.R.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; HUFFMAN, R.P. Effect of corn hybrid and grain processing method on rate of starch disappearance and performance of finishing cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.73, p.360-364, 1995.

LA BRUNE, H.J.; REINHARDT, C.D.; DIKEMAN, M.E.; DROUILLARD, J.S. Effects of grain processing and dietary lipid source on performance, carcass characteristics, plasma fatty acids, and sensory properties of steaks from finishing cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.86, p.167-172, 2008.

LANNA, D.P.D. Exigências nutricionais do gado de corte – O sistema NRC. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998. Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.138-167.

LEIBOVICH J.; VASCONCELOS, J.T; GALYEAN, M.L. Effects of corn processing method in diets containing sorghum wet distillers grain plus solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle and on *in vitro* fermentation of diets. **Journal Animal Science**, Albany, v.87, p. 2124-2132, 2009.

LEME P.R.; SILVA S.L.; PEREIRA A.S.C.; PUTRINO S.M.; LANNA D.P.D. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1786-1791, 2003 (Supl. 1).

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

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

LUCHIARI FILHO, A. Carcaça bovina. In: LUCHIARI FILHO, A.(Ed.). **Pecuária da carne bovina**. São Paulo, 2000. p. 49-70.

MACKEN, C.N.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Effects of concentration and composition of wet corn gluten feed in steam-flaked corn-based finishing diets. **Journal Animal Science**, Albany, v.82, p.2718-2723, 2004.

McCARTHY, F.D.; HAWKINS, D.R.; BERGEN, W.G. Dietary energy density and frame size effects on composition of gain in feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.60, p.781-790, 1985.

MEYER, J.H.; GARRETT, W.N. Efficiency of Feed Utilization. **Journal Animal Science**, Albany, v.26, p. 638-646, 1967.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

NOCEK, J.E. TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, n.8, p.3598-3629, 1991.

NUNEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.J.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Uso combinado de ionóforo e virginamicina em Novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008. Lavras. **Anais...** Lavras: Aptor Softwerw, 2008.1 CD-ROM.

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

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

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 Animal Science**, Albany, v.75, p.868-879, 1997.

PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Ratios of corn to corn silage for finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.42, p.549-553, 1976.

PEDROSO, A.M.; PERES, M.S.; SANTOS, F.A.P.; MOURAO, G.B.; NERI, T.G. Flint corn grain processing and protein adequacy in rations for feedlot finished Nellore bulls. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 88, E-Suppl. 2, p. 704, 2010.

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

PRESTON, R.L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. 1998. Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p.82-91.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Suplementação proteica e energética para bovinos **de corte** em confinamento. In: PIRES, A.V.(Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010, v. 2, p. 257-280, 2010.

SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – SAÚDE DO RÚMEN, 3.. 2007. Botucatu. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2007b. p.31-47.

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

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.P.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.

SAS. **Institute User's Guide: statistics**. Cary, North Carolina, 1999.

SCHAIBLY, G.E.; WING, J.M. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. **Journal of Animal Science**, Albany, v.38, p.697-701, 1974.

SCOTT, T.L. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v.81, p.3182-3190, 2003.

SILVA, D.J. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165 p.

SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C. M.; LANNA, D.P.D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para

novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1426-1434, 2007.

SITTA, C.; SANTOS, F.A.P.; MOURÃO, G.B.; PEDROSO, A.M.; CARARETO, R.; DÓREA, J.R.R.; NERI, T.G.; RODRIGUES, D.A. Additives (sodium monensin, salinomycin, and virginiamycin) for Nellore bulls feedlot fed high concentrate finishing rations. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 88, E-Suppl. 2, p. 132, 2010.

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

VANCE, R.D.; PRESTON, R.L.; CAHILL, V.R.; KLOSTERMAN, E.W. Net energy evaluation of cattle-finishing rations containing varying proportions of corn grain and corn silage. **Journal Animal Science**, Albany, v.34, p.851-856, 1972.

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**, Albany, v.74, p.3583, 1991.

YU, P. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.81, p.777-783, 1998.

YOUNG, A.W. ; KAUFFMAN R.G. Evaluation of beef from steers fed grain, corn silage or haylage-corn silage diets. **Journal Animal Science**, Albany, v.46, p.41-47, 1978.

WILLES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC Internacional**, Washington, v. 81, n.3, p. 620-632, 1998.

WHITE, T.W.; REYNOLDS, W.L.; KLETT, R.H. Roughage sources and levels in steer rations. **Journal Animal Science**, Albany, v.29, p.1001-1005, 1969.

WOODY H.D.; FOX, D.G.; BLACK J.R. effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. **Journal Animal Science**, Albany, v.57, p.717-728, 1983.

ZINN, A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminal degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, n. 5, p. 1280-1289, 1998.

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

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