

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

**Substituição do milho moído por co-produtos da indústria de
processamento do ácido cítrico em dietas de terminação de
bovinos em confinamento**

Murillo Alves Porto Meschiatti

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

**Piracicaba
2015**

Murillo Alves Porto Meschiatti
Engenheiro Agrônomo

**Substituição do milho moído por co-produtos da indústria de processamento
do ácido cítrico em dietas de terminação de bovinos em confinamento**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

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

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

Piracicaba
2015

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

Meschiatti, Murillo Alves Porto

Substituição do milho moído por co-produtos da indústria de processamento do ácido cítrico em dietas de terminação de bovinos em confinamento / Murillo Alves Porto Meschiatti. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.
62 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Co-produtos 2. Confinamento 3. Performance I. Título

CDD 636.291
M578s

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

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ademir e Rosely e a meu irmão Fernando pelo incondicional apoio, amor e confiança, sendo sempre um porto seguro independentemente da distância que nos separa.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela sua contribuição para minha formação e crescimento pessoal.

Ao professor Dr. Flavio Augusto Portela Santos por todos anos de ensinamentos, paciência e amizade e por ser um dos responsáveis pela minha formação profissional e pessoal, meu sincero muito obrigado.

Ao Doutor Kueio, por ser mais que um professor e um amigo, mas um verdadeiro pai durante todos meus anos de CPZ.

Ao professor Dr. Roberto Sartori, pela amizade, confiança e orientação que me auxiliaram na minha formação.

Ao professor Dr. Alexandre Vaz Pires, pelos ensinamentos e colaboração com empréstimos de implementos que ajudaram na condução do experimento.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia da ESALQ, pela contribuição inestimada na minha formação e na minha jornada acadêmica.

Ao Clube de Práticas Zootécnicas – CPZ e aos seus membros por ter participação intensa no meu trajeto acadêmico e por ter me proporcionado a maior parte dos conhecimentos adquiridos durante minha formação. Em especial aos amigos Di-Prata e Bo(r)²ado por terem se tornado verdadeiros irmãos.

A Michele Riciere Bastos, que, por qualquer que fosse as circunstâncias, sempre foi digna de minha total confiança, carinho e amizade.

A todos os irmãos da República Na Telha, pelos anos de convivência, amizade, parceria e muitos dos melhores momentos da minha vida.

Ao seu Laureano e dona Eva, Ricardo, Renato e Rogério por ser minha segunda família e me proporcionar momentos de descontração e alegria, tanto nas horas de trabalho, bem como nos momentos de lazer.

Aos amigos do grupo de pesquisa NUTRIBOV, K-bomba, Camila, Humberto, Paraíba, Perigosa, Baino, Lilão e Conçolo pela ajuda, paciência compreensão, amizade e pelos momentos de diversão durante toda nossa convivência.

Aos colegas de pós graduação Jéssica, Pedrinho, Xande, Leo Goiano, Vinão e Marcão pelo convivo agradável colaborando para que os dias de trabalho e estudo fossem os mais saudáveis possível.

As amigas Diandra e Erika pela inestimável ajuda durante a condução da fase de campo do experimento.

As funcionários do Departamento de Zootecnia, Alexandre, Jussa e Emerson pela disponibilidade e prontidão em auxiliar na condução do experimento.

Ao meu amigo Pedrinho pela grande ajuda na análise estatística dos resultados e por todos os momentos de descontração.

A Cargill® e à Julia Pereira e ao Guilherme Passos pela oportunidade e confiança em mim depositada na condução do experimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

(Albert Einstein)

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Dietas de alto concentrado	21
2.2 Caracterização dos grãos de milho	22
2.3 O grânulo de amido	23
2.4 Digestibilidade do amido	24
2.5 Co-produtos.....	26
2.5.1 Farelo proteinoso de milho	26
2.5.2 Micélio e Raffinate	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Local do experimento	33
3.2 Desenho experimental.....	33
3.3 Tratamentos	33
3.4 Manejo alimentar	34
3.5 Determinação do desempenho animal	36
3.6 Colheita e análise bromatológica dos ingredientes	36
3.7 Colheita de dados após o abate	37
3.8 Cálculo de energia líquida das rações.....	38
3.8 Análise estatística	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Resultados pós abate.....	50
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	57

RESUMO

Substituição do milho moído por co-produtos da indústria de processamento do ácido cítrico em dietas de terminação de bovinos em confinamento

O objetivo desse experimento foi avaliar a inclusão (7 e 15% com base em MS), de 2 co-produtos, derivados da indústria de ácido cítrico: Micélio (77% de FDN e 0,5% de lignina com base em MS) e Raffinate (25,5% de açúcares solúveis e 32% de fibra solúvel com base em MS) em dietas com alto teores de milho do tipo Flint para 200 tourinhos Nelore em terminação (peso inicial = $396,4 \pm 37,7$ kg). Os animais foram blocados com base no peso inicial e foram distribuídos aleatoriamente em 25 baias. A dieta controle conteve 11,73% de bagaço de cana de açúcar, 67,2% de milho moído, 18% de farelo proteinoso de milho, 2,07% de suplemento mineral e 1% de ureia. Os outros 4 tratamentos foram: Micélio 7, Micélio 15, Raffinate 7 e Raffinate 15. Os co-produtos substituíram parcialmente o milho nas dietas. Os parâmetros avaliados foram ingestão de matéria seca (IMS), ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (GMD/IMS) e características de carcaça. Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do SAS e as médias foram comparadas por contrastes, considerando blocos como efeito aleatório e tratamento como efeito fixo. A inclusão de 7 e 15% de Micélio na dieta (base seca) em substituição parcial ao milho “*flint*” moído aumentou ($P=0,1$) de forma quadrática o CMS. Já os animais alimentados com dietas contendo Raffinate apresentaram aumento linear no CMS ($P<0,1$) em relação ao tratamento controle e também maior CMS quando comparados com os animais que receberam o tratamento Micélio ($P<0,1$). Não houve diferença na eficiência alimentar (GPD/CMS) entre os tratamentos ($P > 0,1$). A inclusão de ambos co-produtos (Micélio ou Rafinate) resultou em aumento no GDP dos animais ($P < 0,1$). O efeito positivo foi quadrático ($P<0,1$) para a inclusão de Micélio e linear ($P<0,1$) para a inclusão de Raffinate. A densidade energética das dietas não foi alterada pela inclusão de co-produtos. Não houve efeito de tratamento ($P > 0,01$) para as características de carcaça. Os valores médios para rendimento de carcaça (%), espessura de gordura subcutânea (mm) e áreas de olho de lombo (cm^2) foram 53,79, 2,84 e 64,08 respectivamente. A inclusão de 7% de Micélio ou de 15% de Raffinate melhora o GDP dos animais em virtude do maior CMS. Micélio, Raffinate e milho “*flint*” moído têm o mesmo valor energético para bovinos em terminação

Palavras-chave: Co-produtos; Confinamento; Performance

ABSTRACT

Replacing ground corn with citric acid industry by-products in finishing cattle diets

The objective of this experiment was to evaluate the inclusion (7 and 15%, DM basis) of two corn by-products derived from the citric acid industry: Micelio (77% NDF, 0.5% lignin, DM basis) and Raffinate (25.5% soluble sugars, 32% soluble fiber, DM basis) in diets with high levels of flint corn fed to 200 finishing Nelore bulls (initial BW = 396.4 ± 37.7 kg). Animals were blocked according to initial BW and randomly allocated to 25 pens. The control diet contained 11.73% sugarcane bagasse, 67.2% corn, 18% corn gluten feed, 2.07% mineral supplement and 1% urea. The other four treatments were Micelio 7, Micelio 15, Raffinate 7 and Raffinate15. The by-products partially replaced corn in the diets. The parameters evaluated were dry matter intake (DMI), average daily gain (ADG), feed efficiency (ADG/DMI) and carcass traits. The data were analyzed using PROC MIXED of SAS and means were compared by contrasts, considering the block as random effect and treatment as fixed effect. The inclusion of 7 and 15% of Micelio in the diet (dry basis) in partial replacement of ground corn increased ($P = 0.1$) DMI quadratically. The animals fed diets containing Raffinate showed linear increase in DMI ($P < 0.1$) compared to the control treatment and DMI was, also higher when compared with animals that received the Micelio treatment ($P < 0.1$). There were no differences in feed efficiency (ADG / DMI) among treatments ($P > 0.1$). The inclusion of both by-products (Micelio or Raffinate) resulted in an increase in ADG animals ($P < 0.1$). The positive effect is quadratic ($P < 0.1$) for adding Micelio and linear ($P < 0.1$) for adding Raffinate. The energy density of the diet was not altered by the inclusion of by-products. There was no treatment effect ($P > 0.01$) for carcass traits Average values for dressing (%), back fat thickness (mm) and rib eye area (cm²) were 53.79, 2.84, and 64.08, respectively. The inclusion of 7 or 15% of Micelio or Raffinate in partial replacement of ground flint corn in finishing diets does not affect cattle performance. The inclusion of 7% of Micelio or a 15% Raffinate improved ADG of animals because of the increased DMI. Micelio, Raffinate and ground corn have the same energy value for cattle finishing.

Keywords: By-products; Feedlot; Performance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição básica do grão de milho.....	22
Figura 2 - Relação entre vitriosidade do grão de milho e a disponibilidade ruminal do amido avaliados em híbridos dentados norte-americanos.....	26
Figura 3 - Processo industrial de obtenção do farelo proteinoso de milho.....	28
Figura 4 - Fluxograma de obtenção do Micélio.....	31
Figura 5 - Determinação da espessura de gordura subcutânea e áreas de olho de lombo.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades dos componentes do amido.....	24
Tabela 2 - Composição das dietas de adaptação.....	34
Tabela 3 - Composição das dietas experimentais.....	35
Tabela 4 - Tamanho médio e distribuição do tamanho de partículas do milho moído.....	41
Tabela 5 - Composição química das dietas experimentais.....	42
Tabela 6 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	43
Tabela 7 - Desempenho de tourinho Nelore alimentados com dietas contendo milho moído e sua substituição por co-produtos oriundos da usina de ácido cítrico.....	45
Tabela 8 - Características de carcaça de tourinho Nelore alimentados com dietas contendo milho moído e sua substituição por co-produtos oriundos da usina de ácido cítrico.....	49
Tabela 9 - Valores observados de energia líquida e sua relação com os valores esperados de energia.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOL	Área de olho de lombo
CMS	Consumo de matéria seca
EA	Eficiência alimentar
EE	Extrato etéreo
Eg	Energia de ganho
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EL	Energia líquida
ELg	Energia líquida de ganho
ELm	Energia líquida de manutenção
Em	Energia de manutenção
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
FPM	Farelo proteínoso de milho
FPMU	Farelo proteínoso de milho úmido
GPD	Ganho de peso diário
LIG	Lignina
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
MO	Matéria orgânica
NRC	NationalResearchCouncil
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PDR	Proteína degradável no rúmen
TMP	Tamanho médio de partícula

1 INTRODUÇÃO

Segundo DiLorenzo e Galyean (2010) o completo entendimento das possíveis interações, sejam elas positivas ou negativas, da utilização dos subprodutos em dietas altamente energéticas ainda precisam ser elucidados. Dados referentes à estimativa do valor energético, da digestibilidade dos nutrientes e mais especificamente da digestibilidade da fração fibrosa além de uma descrição analítica dos subprodutos são essenciais para o completo entendimento da incorporação de subprodutos em dietas de bovinos confinados.

No Brasil são produzidos grandes volumes de subprodutos passíveis de utilização na alimentação dos bovinos, sendo a sua disponibilidade regionalizada. Além do fator custo, a redução no teor de amido e aumento nos teores de pectina e fibra de alta digestibilidade nessas rações podem equilibrar o pH e otimizar a fermentação ruminal, a síntese de proteína microbiana, o consumo de matéria seca e conseqüentemente o desempenho animal (BLASI et al., 2001; SANTOS et al., 2004).

Apesar das vantagens do uso de subprodutos, estes podem apresentar algumas restrições, dentre elas a variabilidade na sua composição química entre partidas de uma empresa e entre empresas, exigindo-se então cautela na sua utilização. Além disso, no caso de determinados co-produtos há pouca informação ou trabalhos de pesquisa sobre as características nutricionais desses alimentos e seus efeitos no metabolismo e desempenho animal.

Dentre as várias possibilidades, existem alguns co-produtos da indústria alimentícia já bastante conhecidos e utilizados nas rações de bovinos em confinamento, como é o caso da polpa cítrica, casca de soja, caroço e torta de algodão e do farelo proteinoso de milho, dentre outros. Porém há co-produtos disponíveis na indústria com potencial de uso mas ainda pouco comuns em dietas de bovinos, havendo carência de dados de pesquisa sobre sua utilização, como é o caso do Micélio e do Raffinate, ambos subprodutos da indústria de produção de ácido cítrico, com potencial para uso na alimentação de bovinos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dietas de alto concentrado

Para rações formuladas para bovinos terminados em confinamentos, no Brasil, a inclusão média de volumoso é de 21% na matéria seca (MS) da dieta total (Oliveira e Millen, 2011) e a tendência tem sido de redução a cada ano. Inclusões altas de volumosos em dietas de terminação, de modo geral, não têm se mostrado competitivas quando comparadas com grãos e subprodutos, pois reduzem a energia líquida de ganho (ELg), aumentam o custo por unidade de energia metabolizável (EM) e dificultam o manejo e gerenciamento em confinamentos comerciais (SANTOS, 2011).

A diminuição do nível de volumoso na dieta aumenta a digestibilidade da MS e da matéria orgânica (MO), provavelmente em virtude da redução de carboidratos fibrosos e do aumento na disponibilidade de carboidratos não fibrosos na dieta. Os carboidratos não fibrosos possuem elevado coeficiente de digestibilidade da MS em relação aos carboidratos fibrosos, o que reflete em maior digestibilidade da MS e da MO nas rações com menor proporção de volumoso e fibra (Valadares Filho, 1985).

Entretanto, são dois os motivos principais para que fontes de volumosos sejam incluídas em dietas de bovinos em confinamento: para a manutenção de ambiente ruminal saudável e para estimular a ingestão de matéria seca e por consequência, a ingestão de energia (Owens et al, 1998; Zinn et al., 2004; Galyean e Vasconcelos, 2008; Galyean e Huber, 2012).

Volumosos em dietas com teor alto de concentrado devem ter partícula com tamanho suficiente para estimular a ruminação e ao mesmo tempo, propiciar mistura homogênea com alimentos concentrados, para estimular a mastigação e o fluxo de saliva para o tamponamento ruminal. Custo e disponibilidade determinam a escolha, mas, deve-se analisar qual volumoso complementa melhor o grão e o método de processamento adotado (OWENS et al., 1997).

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, o que pode tornar a atividade mais rentável. Entretanto, em dietas com teor alto de energia, pequenas variações na inclusão de volumosos na dieta podem causar variações expressivas no consumo de MS seja para mais ou para menos (Galyean e Deffor, 2002). Partindo de dietas

sem volumoso, a inclusão deste aumenta o CMS de forma linear, mas o consumo de ELg e conseqüentemente o GPD têm comportamento quadrático, enquanto a eficiência alimentar (GPD/CMS) é reduzida de forma linear (Galyean e Defoor, 2002; Vasconcelos e Galyean, 2007).

2.2 Caracterização dos grãos de milho

Segundo Oliveira e Millen (2011), os dois tipos de grãos mais usados por nutricionistas brasileiros são o milho e o sorgo, sendo que o milho é a primeira opção para 87,9% dos nutricionistas consultados.

Os grãos de cereais são constituídos por três principais partes: pericarpo, gérmen e endosperma (Figura 1).

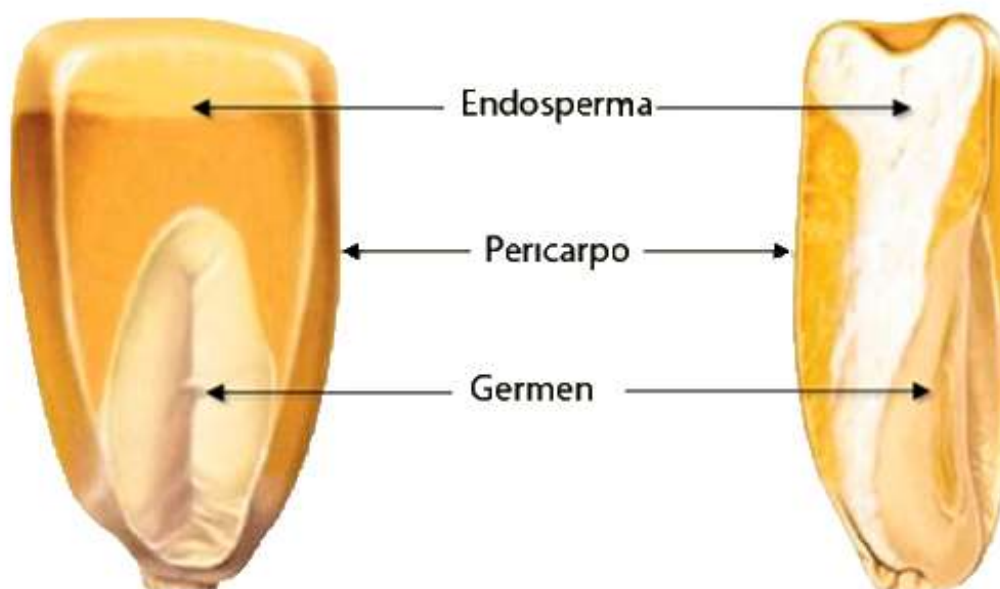


Figura 1 - Composição básica do grão de milho

Foto: adaptado milkpoint.com.br

O gérmen é constituído pelo eixo embrionário e pelo escutelo. O eixo embrionário será a planta da próxima germinação e o escutelo é um órgão de absorção e secreção, responsável por atender os requerimentos do eixo embrionário.

O pericarpo é a uma multicamada espessa localizada na superfície externa dos grãos de cereais e tem como função a proteção do gérmen e do endosperma contra ataque microbiano. Altas concentrações de lignina são depositadas durante o espessamento secundário do pericarpo e, muitas vezes, ésteres ainda estão

associados à superfície como uma camada adicional para o impedimento do ataque microbiano e absorção de água (McALLISTER, 2006).

O endosperma é o principal componente dos grãos e principalmente no milho e no sorgo tem por constituição dois componentes claramente distintos (EVERS et al., 1999). O endosperma amiláceo é o principal componente e constitui-se por células repletas de nutrientes que podem ser mobilizadas para suportar o crescimento embrionário no início da germinação. Os nutrientes são armazenados na forma insolúvel, sendo os carboidratos (amido) o principal componente.

O segundo componente do endosperma é a aleurona formada por 1 a 3 camadas de células de parede espessa com conteúdo denso e núcleo pronunciado. Ao contrário do endosperma amiláceo, as células da aleurona não apresentam amido, porém, apresenta alto teor de proteínas e lipídeos.

2.3 O grânulo de amido

O amido é a principal fonte de energia dos grãos de cereais. Tem sua classificação definida como carboidrato solúvel devido sua propriedade de gelatinização e parcial solubilidade em água quente (VAN SOEST, 1994), porém em temperaturas normais, os grânulos de amido são extremamente insolúveis. O amido representa cerca de 70 a 80% da MS da maioria dos grãos de cereais, com proporções ainda maiores em tubérculos e raízes além do principal componente de leguminosas como ervilha e feijão (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986).

A molécula de amido é composta por dois tipos principais de polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina (WANG et al., 1998) (Tabela 1). A amilose é um polímero linear com ligações alfa 1,4 entre as suas unidades de glicose. 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. As moléculas de amilose e amilopectina são mantidas unidas por pontes de hidrogênio, resultando em grânulos de amido com estrutura altamente organizada (NOCEK; TAMMINGA, 1991). Os grânulos são formados pela deposição de anéis de crescimento que consistem de camadas alternadas de regiões amorfas e cristalinas. As regiões cristalinas ou micelares são compostas principalmente por amilopectina, enquanto as regiões amorfas são compostas principalmente por amilose. (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). Também estão presentes quantidades relativamente

pequenas de pectina e açúcares, que, juntamente com o amido, compõem os carboidratos não fibrosos (NOCEK; TAMMINGA, 1991).

Tabela 1 - Propriedades dos componentes do amido

Propriedades	Componente	
	Amilose	Amilopectina
Estrutura geral da cadeia	linear	Ramificada
Pontos de ramificação	nenhum [‡]	1 a cada 20-25 unidades de glicose
Coloração ao ligar-se com Iodo	azul intenso	marrom avermelhado
Estabilidade em solução	baixo	Alto

Adaptado de Rooney e Pflugfelder (1986)

[‡]As cadeias ramificadas de amilose podem apresentar 1 ou 2 ramificações por molécula

Há grande variação na proporção de amilose e amilopectina nos grãos de cereais. A qualidade do granulo de amido é afetada pelo tipo de amido nele presente. O endosperma farináceo do milho apresenta alta proporção de amilopectina e as características do endosperma vítreo do milho *flint* ou duro estão associadas com o conteúdo de amilose (VAN SOEST, 1994).

A função da molécula de amilose no granulo de amido ainda é desconhecida. Sabe-se que matérias ceroso quando aquecidos em água incham mais que os não cerosos, indicando que a amilose tem papel de restringir o inchaço do granulo. 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 hidrogênio intermoleculares, o que poderia ser fator limitante ao inchaço do granulo e, também, a hidrolise enzimática.

2.4 Digestibilidade do amido

Diversos fatores afetam a digestibilidade do amido. Entre eles encontram-se a composição e forma física do amido, vitriosidade do grão, interações amido-proteína, integridade celular das células que contém amido, presença de matriz proteica revestindo os grânulos de amido, fatores antinutricionais e da forma física do alimento (McALLISTER, 2006). De forma geral, o amido dos cereais é mais

facilmente digerido em comparação ao amido de tubérculos e raízes, enquanto que o amido de leguminosas possui digestibilidade intermediária. O cozimento aumenta a digestibilidade de amidos pobremente digestíveis. Milho com alta amilose (>35%) tem baixa digestibilidade mesmo quando cozido, enquanto que o amido de cereais cerosos possui maior digestibilidade em relação a todos os amidos (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986).

Os grânulos de amido de milho e sorgo encontram-se envoltos por uma intensa matriz proteica, composta principalmente por gluteínas. A matriz proteica limita a ação de enzimas amilolíticas no rúmen e nos intestinos. McAllister (2006) afirmou que para a maioria dos grãos de cereais utilizados na alimentação animal, a natureza da matriz proteica que reveste o grânulo de amido apresenta maior impacto na taxa e extensão da digestão do amido do que outras propriedades do grão. Métodos mais intensos de processamento são requeridos para milho e sorgo para romper a matriz proteica e otimizar a digestão do amido. (McALLISTER, 2006).

A degradação ruminal do amido do milho varia em função do tipo de genótipo e estágio de maturação do grão e essa variação está relacionada diretamente com a vitriosidade do grão (PHILLIPEAU; DOREAU, 1998). A vitriosidade é a proporção de endosperma duro em relação ao endosperma total e é responsável por 86% da variação na digestibilidade ruminal do amido (PHILLIPEAU; DOREAU, 1998).

O milho cultivado nas principais regiões produtoras do mundo é do tipo dentado (*Dent- Zea mays ssp. Indentata*) com alta proporção de endosperma farináceo. Entretanto o cultivar utilizado no Brasil é do tipo duro ou *Flint* (*Zea mays ssp. Indentura*), com alta proporção de vitriosidade (CORREA et al., 2002). Esses mesmos autores avaliaram o efeito da vitriosidade do grão comparando híbridos americanos, sobre a cinética de degradação ruminal da MS e do amido. Os híbridos brasileiros apresentaram vitriosidade média, no estágio maduro, de 73,1% do endosperma, já os híbridos americanos apresentaram valor médio de 48,2%.

Correa et al. (2002), observaram, também, uma alta correlação negativa entre o grau de vitriosidade e a degradabilidade ruminal do amido (Figura 2) assim como Philippeau e Michalet-Doureau (1998) que trabalharam com outra população de plantas.

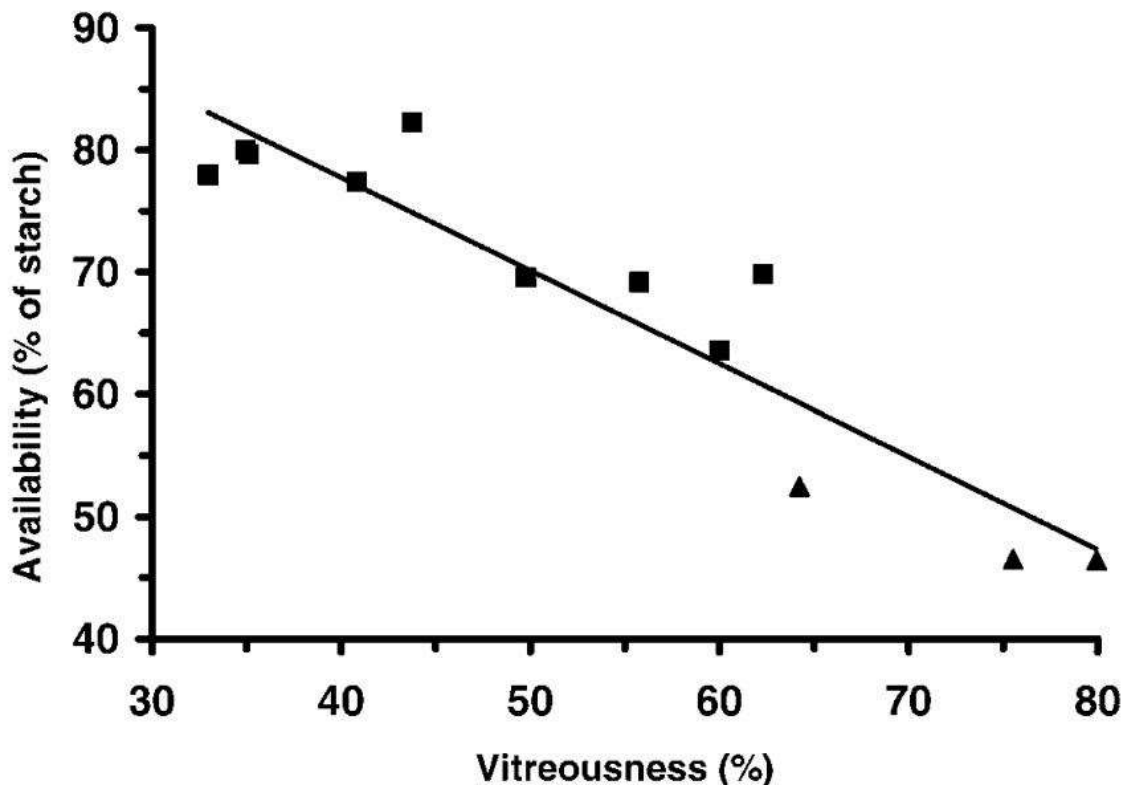


Figura 2 - Relação entre vitreosidade do grão de milho e a disponibilidade ruminal do amido avaliados em híbridos dentados norte-americanos (■) e do tipo *flint* produzidos no Brasil (▲). Disponibilidade = $A + B [K_d / (K_d + K_p)]$. Disponibilidade = $108,2 - 0,7605 \cdot \text{Vitreosidade}$. $R^2=0,87$. $P < 0,001$. Adaptado de Correa et al. (2002)

2.5 Co-produtos

O processamento de grãos para a produção de alimentos, bebidas e etanol resulta em uma grande variedade de co-produtos destinadas a alimentação animal (STOCK et al., 1999). Com a política de biocombustíveis espera-se uma maior quantidade de co-produtos para a alimentação animal, desta forma, o aproveitamento desses, assume um importante papel econômico.

Segundo levantamento feito por Oliveira e Millen (2011), os co-produto mais utilizados por nutricionistas brasileiros são o caroço de algodão, seguido pela casquinha de soja, polpa cítrica e resíduos de soja e milho.

2.5.1 Farelo proteinoso de milho

O farelo proteinoso de milho (FPM) é um co-produto do processamento industrial úmido do milho, obtido através da separação e secagem das fibras de milho, resultantes do processo de maceração, moagem e centrifugação para

extração do amido e da proteína do grão. Esta porção fibrosa é enriquecida com água de maceração concentrada.

A moagem por via úmida separa o grão de milho em amido, óleo, proteína e farelo. Primeiramente o milho é embebido em ácido sulfúrico. A água de maceração resultante contém proteínas, sais minerais, vitaminas e fontes de energia. O amido e o óleo são extraídos a partir do grão inchado (Figura 3). O restante da fibra ou do farelo é misturado com a água de maceração. Este produto contém cerca de 40% de MS e pode ser drenado até atingir 90% de MS (BOYLES, 2011).

O FPM contém quantidades significantes de energia, proteína bruta (PB), fibra digestível e minerais (BLASI et al., 2001). E por conter pouco amido e alto teor de fibras digestíveis de alta e rápida digestibilidade, este produto constitui-se em uma fonte segura de energia. Nos últimos 10 anos o uso do FPM se mostrou bastante aceito em confinamentos (STOCK et al., 1999).

Em função de suas características, (rico em fibra altamente digestível e pobre em amido) o FPM constitui-se em uma ótima alternativa para inclusão em rações com teores altos de concentrado (FELLNER; BELYEA, 1991), podendo substituir parcialmente ou totalmente o volumoso nessas rações (MOSCARDINI, 2007).

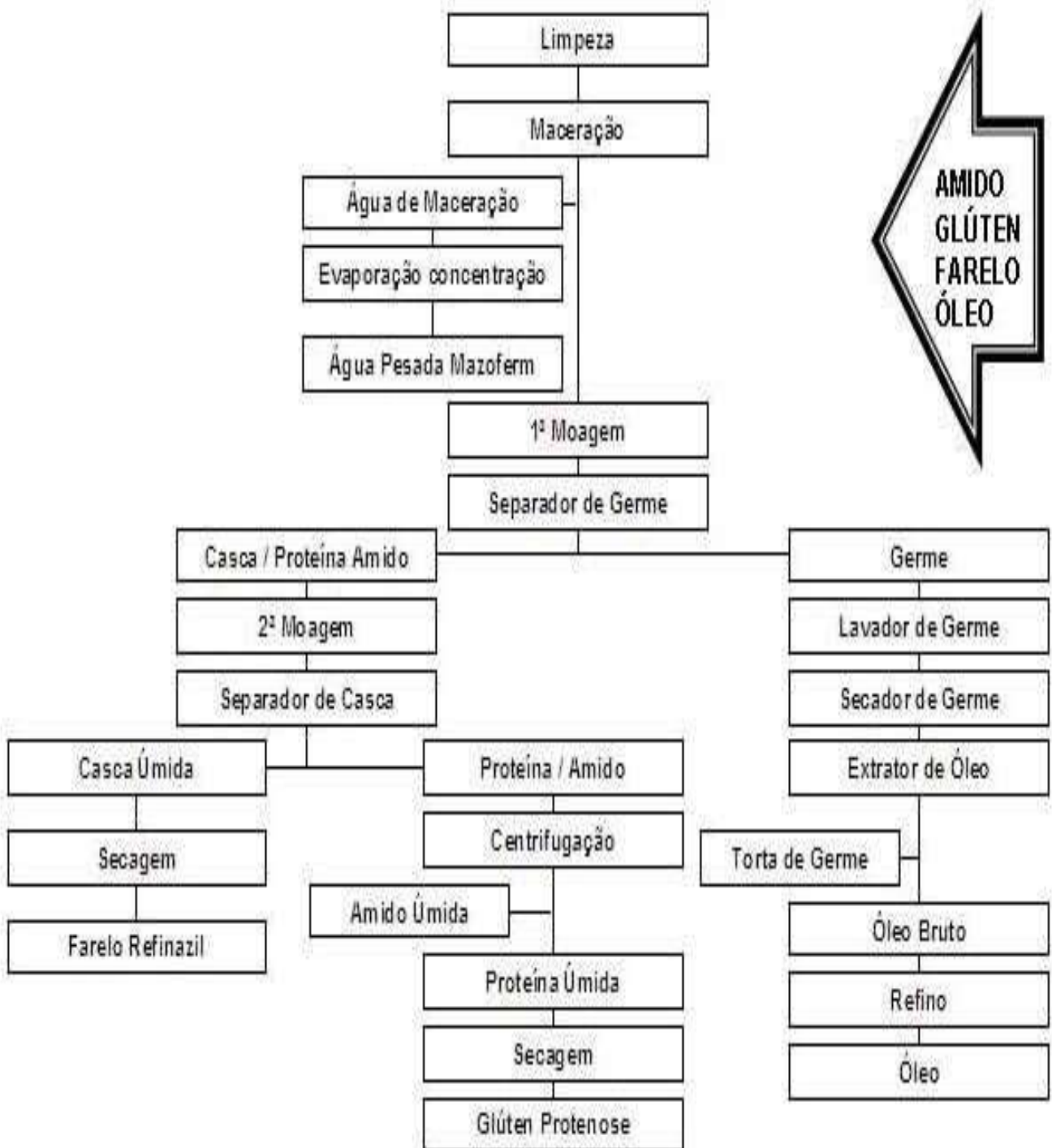


Figura 3 – Processo industrial de obtenção do farelo proteinoso de milho

Foto: Adaptado de www.google.com/imagens/fluxogramarefinazil

Tradicionalmente o FPM tem sido comercializado na sua forma seca, porém sua forma úmida também é utilizada. Quando na forma úmida, apresenta cerca de 42% de MS, já na forma seca em torno de 89 a 92% de MS. O material úmido tem sua utilização restrita às proximidades das fontes produtoras uma vez que, em

função do seu teor de umidade, os custos com o transporte impossibilitam para localidades distantes.

Em comparação com o farelo proteinoso seco, o co-produto úmido apresenta maior valor nutricional para bovinos em terminação (FIRKINS et al., 1985; HAM et al., 1995). A forma seca tem menor tamanho de partícula e conseqüentemente uma maior taxa de passagem, o que pode reduzir a digestão da sua fração fibrosa e assim, resultar em menor teor energético do que o material úmido.

Farelo proteinoso de milho úmido (FPMU) é mais digestível que o seco e pode substituir até 50% do milho laminado a seco ou 30% do milho floculado em dietas de terminação, sem afetar o desempenho dos animais. Já o farelo proteinoso seco pode substituir até 25% do milho laminado (BLASI et al., 2001). Entretanto esses valores dependem do nível de volumoso utilizada na dieta. Isso devido a capacidade inerente do FPM de reduzir o efeito negativo na digestão de fibra induzido pelo amido (BLASI et al., 2001).

Green et al. (1987), em dietas de terminação contendo 10% de forragem e substituindo 23 ou 46% do milho laminado a seco por FPM úmido ou seco, encontraram tendência de aumento no consumo de MS dos animais alimentado com farelo úmido. Os níveis de 23 e 46% de farelo úmido aumentaram o ganho de peso diário (GPD) dos animais quando comparado com o farelo seco. As eficiências alimentares foram semelhantes para o nível de substituição de 23%. Entretanto, a substituição do milho laminado por farelo úmido aumentou em 10% a eficiência alimentar quando comparado com a substituição por farelo seco no nível de 46%.

Richards et al. (1998), também em dietas de terminação, onde o milho laminado foi substituído em 50% por FPMU, demonstraram que o GPD e a eficiência alimentar (EA) foram melhorados em 9,6 e 12% respectivamente, quando comparados com a dieta que continha milho laminado apenas.

Quando o FPMU é incluído entre 20 a 40% da MS da dieta em substituição parcial ao milho moído, em rações contendo de 5 a 15% de forragem e altos teores de amido, o desempenho de animais em terminação é melhorado (MOSCARDINI, 2008).

Devido ao fato do FPM fornecer energia na dieta na forma de fibra fermentável e não na forma de grão, os efeitos da acidose podem ser menos severos e assim melhorar a performance animal, quando esse é incluído na dieta até níveis de 25% (BLASI et al., 2001).

Em um levantamento de dados da literatura, Santos e Moscardini (2008), constataram que a substituição parcial do milho por FPMU, melhorou o desempenho de bovinos confinados na fase de terminação com rações com teores altos de concentrado. A IMS aumentou em média 3,57% com a inclusão de FPMU. Esse aumento pode ser explicado pelo efeito benéfico da redução do teor de amido e concomitantemente o aumento no teor de FDN de alta digestibilidade em rações ricas em concentrado.

Normalmente, quando incluído em dietas de bovinos confinados, o FPM substitui parte dos grãos de cereais, na maior parte dos casos o milho. Ele pode, também, reduzir a dose de suplementos proteicos como o farelo de soja ou farelo de algodão e a uréia. A proteína desse subproduto é composta principalmente pela fração solúvel, que sai na água de maceração, apresentando, portanto, alta taxa de degradação ruminal (NRC, 1996).

Dietas de terminação consistem principalmente de grãos de cereais, que são pobres em proteína degradável no rúmen (PDR), onde os microrganismos dependem do nitrogênio para sintetizar proteína microbiana. Para atender essas exigências de nitrogênio, fontes de PDR, como farelo de soja e ureia são comumente usadas em dietas de terminação. Pesquisas tem demonstrado que FPM possui uma fração de PDR semelhante a do farelo de soja (FIRKINS et al., 1984). O FPM pode, sozinho, atender as exigências em PDR de bovinos terminados em dietas com base em milho laminado, quando esse é substituído em 50% (BLASI et al., 2001).

2.5.2 Micélio e Raffinate

A indústria de obtenção do ácido cítrico também é uma potencial fonte fornecedora de resíduos que podem ser usados na alimentação animal, como fica demonstrado na Figura 4. Entre os subprodutos de possível utilização na alimentação dos ruminantes têm-se o Micélio e o Raffinate.

O Micélio constitui-se de uma massa úmida composta por estrutura celular fúngica inativa, substrato colonizado pelo fungo da espécie *Aspergillus niger* e residual da produção de ácido cítrico. Comumente o substrato é composto por sabugo de milho farelo de algodão e água acidificada com ácido sulfúrico. E o residual além de pequena quantidade de ácido cítrico, contém frações de açúcares não convertidos.

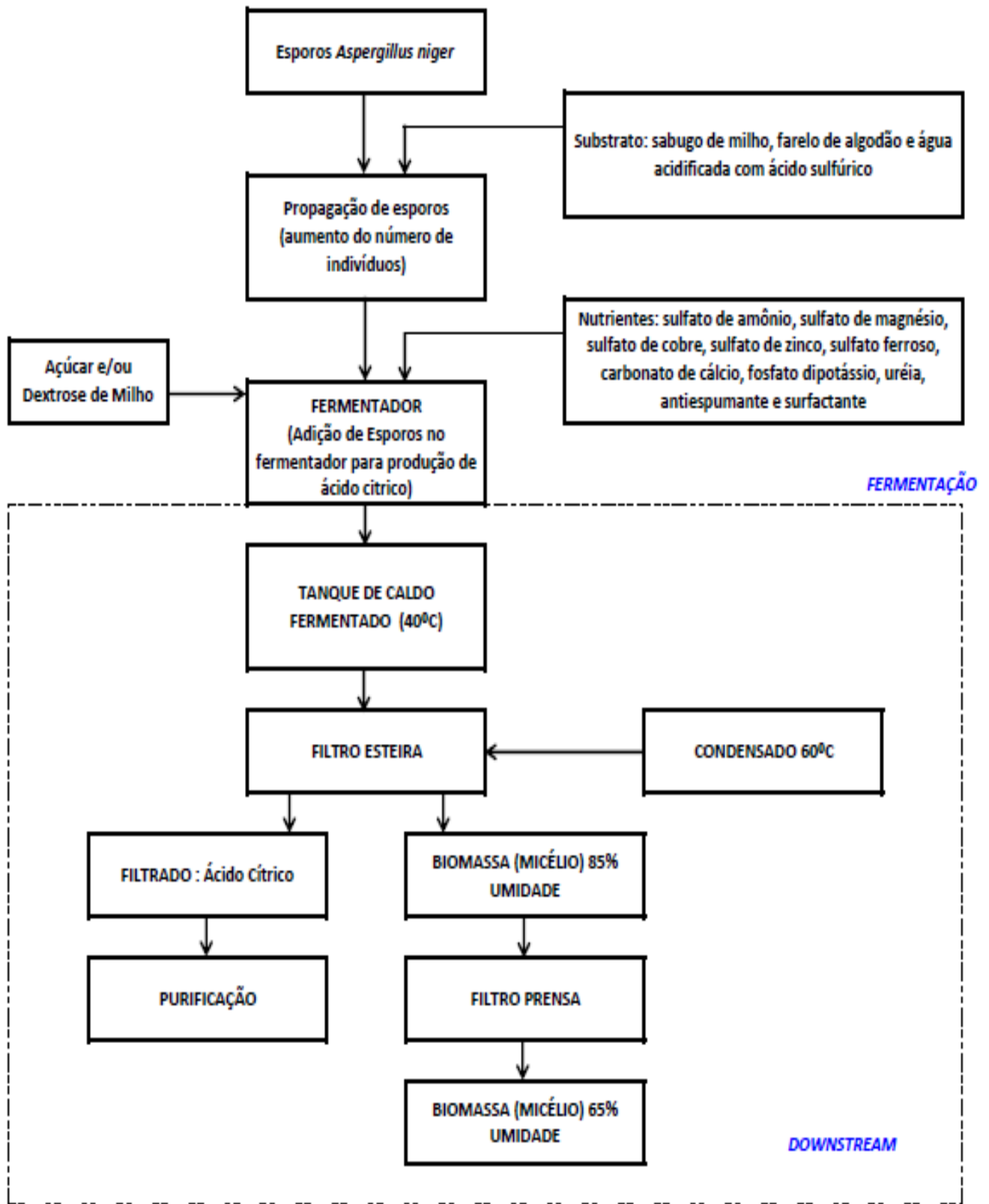


Figura 4 – Fluxograma de obtenção do Micélio
Foto: Adaptado de Fundação Cargill

O Micélio é um co-produto intermediário da produção do ácido cítrico destinado à indústria alimentícia, principalmente bebidas. Na pré fase o fungo *Aspergillus niger* é colocado em incubadoras com substratos, como sabugo de milho, farelo de algodão e água acidificada, para promover o seu crescimento. Posterior ao crescimento, inicia-se produção do ácido cítrico. O fungo é destinado aos tanques de fermentação na presença dos substratos dextrose ou açúcar, minerais, antiespumantes, surfactantes e água filtrada em condições controladas de pH, temperatura e umidade. Após a máxima conversão do açúcar em ácido cítrico, as condições de crescimento são inibidas, o fungo é inativado e ocorre a separação da biomassa do micélio do caldo fermentado. Essa biomassa que contém o fungo inativado, o veículo de crescimento, os resíduos de açúcar e ácido cítrico é denominada Micélio e passam por prensagem que eleva o teor de matéria seca a 35%

O Raffinate é o resíduo líquido do caldo fermentado resultante da conversão do açúcar em ácido cítrico, após a extração do mesmo através de solvente. Constitui-se basicamente de açúcares intermediários não fermentados. O produto é obtido após a purificação do ácido cítrico.

Para produção de Raffinate, um solvente é adicionado no caldo fermentado para que ocorra a extração do ácido cítrico. O produto final desta extração, composto principalmente de açúcares intermediários do processo de conversão do ácido cítrico, é denominado Raffinate, que passa por evaporação para concentrar os constituintes.

Não foram encontrados trabalhos na literatura sobre o uso desses 2 últimos co-produtos na alimentação de bovinos em terminação, justificando a condução do presente estudo, que teve por objetivo comparar o desempenho e as características de carcaça de animais em terminação alimentados com Micélio ou com Raffinate em substituição parcial ao milho duro ou "*flint*".

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), localizada no município de Piracicaba – SP, no período de 06 de setembro a 11 de novembro de 2014, totalizando 67 dias de período experimental após a adaptação dos animais à dieta de alto concentrado.

Foram utilizados 195 tourinho da raça Nelore com peso médio inicial de 397,91 kg e 30 meses de idade. Os animais receberam dose de vermífugo (Albendazol e Ivermectina), vitamina ADE e vacina contra *clostridioses*(Sintoxan®) no primeiro dia do período experimental.

Foram utilizadas 25 baias de 120 m² cada (7,5x16m), sendo 15 baias descobertas com piso de terra batida e 10 baias parcialmente cobertas e providas de linha de cocho com piso concretado. Todas as baias possuíam bebedores com acesso irrestrito.

3.2 Desenho experimental

Foi adotado o delineamento em blocos aleatorizados, com o objetivo de comparar o efeito da substituição do milho moído por co-produtos oriundos da indústria do ácido cítrico. Os animais foram distribuídos nos blocos de acordo com o peso corporal inicial, visando compor unidades experimentais (baias) com o peso inicial semelhante dentro de cada bloco. A cada 5 baias, formou-se 1 bloco, totalizando 5 blocos e 25 baias, sendo 4 blocos com 8 animais em cada baia e 1 bloco com 7 animais por baia. A blocagem foi realizada após o período de adaptação dos animais às rações com alto teor de concentrado e os tratamentos foram dispostos nas baias dentro dos blocos aleatoriamente.

3.3 Tratamentos

Foram testados dois subprodutos oriundos da indústria de obtenção de ácido cítrico, Micélio e Raffinate, na substituição em dois níveis, 7 e 15%, do milho moído, perfazendo um total de cinco tratamentos:

Controle - sem nenhum dos subprodutos;

Micélio 7 - substituição do milho moído por 7% de Micélio;

Micélio 15 - substituição do milho moído por 15% de Micélio;

Raffinate 7 - substituição do milho moído por 7% de Raffinate;

Raffinate 15 - substituição do milho moído por 15% de Raffinate

3.4 Manejo alimentar

Os animais foram provenientes de pastagens e foram adaptados às rações experimentais gradativamente por 21 dias, partindo de uma dieta com 30% de volumoso e 70% de concentrado. A cada 7 dias a quantidade de concentrado era aumentada. Após 21 dias, os animais foram pesados, agrupados nos blocos e passaram a receber as dietas experimentais. As dietas de adaptação são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição das dietas de adaptação

	Adaptação 1	Adaptação 2	Adaptação 3
Bagaço	30%	20%	12%
Milho	46,8%	58,8%	69,8%
Farelo proteinoso de milho	20%	18%	15%
Núcleo	2%	2%	2%
Uréia	1,2%	1,2%	1,2%

A fase de adaptação de 21 dias não fez parte do período experimental e não entrou na avaliação de ingestão de MS e de desempenho animal. As dietas experimentais foram formuladas pelo software RLM (Ração de Lucro Máximo) para atender as exigências de proteína degradável, proteína metabolizável, energia, macrominerais e microminerais e foram fornecidas após os 21 dias de adaptação (Tabela 3).

A matéria seca da dieta foi fixada em 75%, garantida com a inclusão de água em quantidades variáveis em função do teor de matéria seca dos ingredientes, principalmente do bagaço de cana de açúcar, que era determinado 2 vezes por semana em estufa a 105° por 12 horas.

Às 07h00min, diariamente, as dietas eram fornecidas na forma totalmente misturada, com o uso de vagão misturador com capacidade de 2,3 m³, equipado com balança eletrônica com precisão de 2 kg e sistema de mistura por tombamento, (SILTOMAC – Misturadora de dieta total S-2.3).

O bagaço de cana de açúcar, o milho e o Micélio eram pesados diretamente no vagão misturador. O farelo proteínoso de milho, Raffinate, uréia e o núcleo mineral foram pesados individualmente em balança com capacidade para 100kg com precisão de 0,1 kg.

Tabela 3 – Composição das dietas experimentais

Ingredientes (% MS)	Tratamentos				
	Controle	Micélio 7	Micélio 15	Raffinate 7	Raffinate 15
Bagaço de cana <i>in natura</i>	11,73	11,73	11,73	11,73	11,73
Milho moído	67,20	60,20	52,20	60,20	52,20
Micélio	0	7,00	15,00	0	0
Raffinate	0	0	0	7,00	15,00
Farelo proteínoso de milho	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Núcleo	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
Uréia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

A quantidade de dieta fornecida era ajustada diariamente para manter, no máximo, 5% de sobras, que eram retiradas semanalmente e pesadas para avaliação do consumo efetivo por baia.

Os bebedouros eram drenados e lavados semanalmente a fim de se manter a qualidade da água fornecida aos animais.

O milho moído utilizado no experimento foi fornecido pela Cargill[®], localizada em Uberlândia/MG e foi entregue a cada 20-30 dias no Departamento de Zootecnia da ESALQ e foi depositado e armazenado em galpões graneleiros.

O bagaço de cana-de-açúcar foi adquirido da usina Granelli localizada no município de Charqueada/SP e foi entregue a cada 15-20 dias no local do experimento, depositado no chão e coberto com lona plástica sempre que havia previsão de chuva no local.

Os co-produtos Micélio e Raffinate, ambos oriundos da indústria localizada em Uberlândia/MG, foram fornecidos pela Cargill[®]. Sendo que o Micélio era entregue uma vez a cada 25-30 dias, depositado no chão forrado por lona plástica e coberto, também com lona, quando houvesse precisão de chuva. Já o Raffinate foi entregue apenas uma vez, no início do experimento, e ficou acondicionado em um caminhão tanque.

3.5 Determinação do desempenho animal

Para determinação do ganho de peso diário (GPD) os animais foram pesados no primeiro e no último dia do período experimental, após jejum alimentar de 12 horas. O consumo de matéria seca (CMS) foi calculada como a diferença entre o ofertado aos animais e as sobras de cocho.

A eficiência alimentar foi calculada dividindo-se os valores médios de GPD pela CMS média da baia, obtendo-se a relação GPD/CMS.

3.6 Colheita e análise bromatológica dos ingredientes

Amostras do bagaço de cana de açúcar foram colhidas uma vez por semana para determinação do tamanho de partícula conforme descrito por Lammers et al. (1996) e do teor de matéria seca em estufa a 105°C por 12 horas, com a finalidade de ajustar o teor de matéria seca da dieta com adição de água.

Amostras do milho moído eram coletadas quinzenalmente, conforme o produto era entregue, para determinação do tamanho médio de partícula.

Amostras dos ingredientes utilizados nas dietas foram colhidas semanalmente, congeladas e armazenadas em freezer, para posteriormente serem analisadas quimicamente. Após o descongelamento, as amostras foram pré secadas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em moinho tipo “Willey” provido

de peneira de 1,0 mm e ao término desse processo 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 ingrediente, as amostras pré secas, foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 105°C por 12 horas. O teor de MS foi calculado como: $(MS_{55^{\circ}C} \times MS_{105^{\circ}C}) / 100$. A matéria mineral (MM) foi determinada pela incineração das amostras em mufla a 550°C por 4 horas (AOAC, 1990).

As amostras dos ingredientes foram analisadas para matéria orgânica (MO), cinzas (MM) e extrato etéreo (EE) conforme Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (1995). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido mediante a combustão das amostras segundo o método Dunas, utilizando-se um auto analisador de nitrogênio marca LECO® (WILES et al., 1998). O teor de proteína bruta (PB) foi

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados, de acordo com Van Soest; Robertson e Lewis (1991) com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyzer (ANKON® Technology Corp.), conforme descrito por Holden (1999). Para a FDN foi adicionado sulfito de sódio e amilase termoestável e os valores obtidos foram corrigidos para cinzas após a incineração dos sacos. Na determinação de lignina foi utilizado ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 72%. Os valores de nitrogênio total foram obtidos com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO®, modelo FP-528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA) de acordo com Wiles; Gray e Kissling (1998), 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 AOAC (1990).

3.7 Colheita de dados após o abate

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial em Lençóis Paulista – 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 alimentar de 12 horas).

Após o período de resfriamento, todas as meias carcaças do lado esquerdo foram retiradas da câmara fria e serradas para exposição do músculo *Longissimus dorsi*.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL) foram determinadas na altura entre a 12^a e 13^a costela, segundo Luchiari Filho (2000). Para determinação da EGS um paquímetro digital foi utilizado e para a AOL uma transparência graduada em centímetros quadrados (grid LinBif®) (Figura 5).

Também foi realizada a análise visual dos fígados (BRINK et al. 1990) dos animais afim de se detectar a presença de abscessos hepáticos, que quando identificados tinham seu tamanho registrado com o auxílio de um paquímetro digital.



Figura 5 – Determinação da espessura de gordura subcutânea (esquerda) e área de olho de lombo (direita)

3.8 Cálculo de energia líquida das rações

Com base nos dados médios de peso corporal, IMS e GPD obtidos no experimento, foram calculados os valores observados de energia líquida das rações segundo metodologia proposta por Zinn e Shen (1998).

Foram calculadas as exigências de energia de ganho (E_g) e de manutenção (E_m) dos animais através das fórmulas 1 e 2, respectivamente. Calculadas as exigências energéticas relacionadas aos ganhos de peso corporal (kg/dia) e aos pesos metabólicos (kg) dos animais durante o período experimental, foram então calculados os valores de energia líquida das rações (Mcal/kg de MS) para manutenção (EL_m) e ganho (EL_g) através das Fórmulas 3 e 4.

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

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

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

Em que:

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

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

$$c = -0,41 E_m$$

$$^{(4)}EL_g = 0,877 EL_m - 0,41; \text{ (ZINN; SHEN, 1998)}$$

Onde:

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

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

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

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

Os valores observados de energia líquida foram comparados com valores esperados. Os valores esperados de energia das dietas foram estimados utilizando as equações do NRC (1996) nível 1 com adição de ionóforos. Os valores de NDT dos ingredientes foram estimados utilizando a equação de Weiss et al. (1992), com base nos resultados de suas análises bromatológicas. Para o valor de composição química dos ingredientes, tem sido adotados o fator de processamento 1 para o milho moído (NRC, 2001).

3.8 Análise estatística

Para todas as variáveis analisadas do experimento de desempenho animal, a baía foi utilizada como unidade experimental.

Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do pacote estatístico Statistical Analysis System – SAS (2003), adotando-se as características do modelo específicas para cada variável. O tratamento foi considerado efeito fixo e o bloco como variável aleatória. Os resultados foram analisados por contrastes, considerando-se $P < 0,1$ como significativo.

Obrigatoriamente, todos os conjuntos de dados foram testados antes da análise geral final, afim de assegurar que todas as premissas da análise de variância

(aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homocedasticidade) fossem respeitadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho médio e a distribuição do tamanho de partículas do milho moído estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Tamanho médio e distribuição do tamanho de partículas do milho moído

Item	Grão de milho		
	Setembro	Outubro	Novembro
Distribuição do tamanho de partículas			
>6,0 mm	0%	0%	0%
6,0-3,5 mm	0,12%	0,28%	0,36%
3,5-2,0 mm	10,2%	12,30%	12,5%
2,0-1,25 mm	49,80%	58,75%	63,7%
<1,25 mm	39,88%	28,67%	23,44%
Tamanho médio de partícula¹	1,34 mm	1,48 mm	1,55 mm
Tamanho médio de partícula		1,45 mm	

¹ Determinado pela somatória dos produtos da multiplicação da porcentagem retida e do tamanho médio das partículas de cada peneira, que era obtido através da média do diâmetro dos furos da peneira em questão e do diâmetro dos furos da peneira acima. Adotou-se o tamanho de 0,625 mm para as partículas retidas no fundo (<1,25mm) e para as partículas retidas na peneira de 6 mm, as médias foram estimadas através das medidas de 20 partículas utilizando-se de paquímetro digital

O tamanho médio de partículas do milho moído utilizado no experimento foi de 1,45 mm.

Em estudo realizado por Secrist et al (1995), avaliando-se o efeito do TMP do milho dentado laminado sobre o desempenho e as características de carcaça de bovinos terminados em confinamento, não foram observadas diferenças na CMS entre o TMP de 2,59; 1,54 e 0,75 mm. O GDP e a CMS/GPD, entretanto, foram maiores nos animais alimentados com milho apresentando TMP de 1,54 mm.

Galyean et al. (1979) não observaram diferenças entre os TMP do milho dentado moído com 3,18; 4,76 e 7,94 mm sobre a digestibilidade ruminal da MS, digestibilidade ruminal do amido e digestibilidade do amido no trato total. Entretanto, vale frisar que o menor TMP testado pelos autores já pode ser considerado um TMP grande o suficiente para limitar a digestão do amido.

No presente estudo, o milho utilizado foi do tipo duro ou *flint*, cujo amido é menos digestível (CORREA et al., 2002) que do milho dentado utilizado nos

trabalhos citados acima. Para o milho duro Carareto (2011) e Peres (2011) mostraram efeito positivo da moagem com $TMP = 1,1$ mm na digestão do amido e no desempenho de bovinos confinados em comparação com milho laminado com $TMP = 3,02$ mm.

A composição química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Composição química das dietas experimentais

	Tratamentos				
	Controle	Micélio 7	Micélio 15	Raffinate 7	Raffinate 15
PB¹, %	12,3	13,1	14	12,7	13,2
PDR, % da PB	66,9	65,3	63,7	66	65,1
FDN¹, %	27	30	34	26	25
NDT² estimado, %	76	74	73	76	77

¹ Valores de PB e FDN baseados na composição química dos ingredientes analisados

² Estimado pelo NRC (1996) nível 1, com base no NDT dos ingredientes da ração (estimado utilizando a equação de Weiss; Conrad; St. Pierre (1992))

Os resultados das análises químicas dos ingredientes utilizados no preparo das dietas experimentais estão apresentados na Tabela 6.

O bagaço de cana apresentou tamanho médio de partícula (TMP) de 12,27 mm (Tabela 5), com mais do que 55% das partículas maiores que 8 mm. De acordo com Mertens (1997), forragens com TMP superiores a 1,18 mm apresentam efetividade física para estimular a ruminação dos animais, o que confere às dietas uma certa segurança contra riscos da ocorrência de acidose.

Tabela 6 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Bagaço	Milho	Farelo proteinoso de milho	Micélio	Raffinate
MS, %	54,10	84,97	88,28	33,60	57,86
MM, % MS	5,35	1,55	6,76	1,74	4,70
PB, % MS	3,01	7,30	23,39	18,99	13,24
EE, % MS	0,65	3,68	6,11	3,00	0,10
FDN, % MS	71	15,65	43,93	66,13	0
FDA, % MS	41,9	5,65	14,68	48,45	0
LIG, % MS	7,05	2,16	4,57	2,24	0
NDT, % MS	53,71	84,23	70,81	63,39	90,03

Estratificação das partículas - BIN

> 19 mm, %	23,4
8 - 19 mm, %	34,5
< 8 mm, %	42,1
Tamanho médio das partículas, mm	12,27

MS = 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; NDT = nutrientes digestíveis totais

NDT calculado através da metodologia proposta por Weiss et al. (1992) utilizando os valores das análises químicas e o fator de processamento 1 para o milho moído (NRC, 2001)

Calculado conforme proposto por Lammers et al. (1996) considerando 38 mm como TMP da peneira superior (>19 mm) e 1 mm como TMP do fundo (<8mm)

Analisando-se trabalhos que avaliaram a influência do TMP dos volumosos contidos nas dietas de bovinos constatou-se que o TMP não influenciou o CMS, a digestibilidade dos nutrientes, o comportamento ingestivo de novilhos castrados da raça Holandesa, (PEREIRA et al., 2008), o tempo de alimentação, ruminação e mastigação de vacas leiteiras (BHANDARI et al., 2008) e o desempenho animal e as características de carcaça de novilhos confinados (SHAIN et al., 1999).

Entretanto é importante salientar que o TMP deve ser suficientemente grande para garantir a efetividade física e estimular a ruminação dos animais e ao mesmo

tempo deve ser suficientemente pequeno a fim de evitar seleção pelos animais e garantir sua ingestão (GOUVEA, 2010).

Os valores de NDT dos ingredientes foram calculados através da metodologia proposta por Weiss et al. (1992), utilizando os valores das análises químicas e os fatores de processamento (PAF) de 1 para o milho moído (NRC,2001).

De acordo com os dados da Tabela 5, o milho moído apresentou valor estimado de NDT inferior (84,23 x 88%) ao valor tabular do NRC (1996), em virtude principalmente do seu teor elevado de FDN. Como se trata de milho “*flint*”, é provável que o valor real de NDT do milho utilizado seja menor que o estimado pela equação de Weiss et al. (1992) que não considera o grau de vitreosidade dos diferentes cultivares comerciais de milho.

O Raffiante apresentou elevado valor de NDT (90,03%). Esse valor está relacionado com a ausência de FDN e FDA na composição do ingrediente (CAPPELLE et., al. 2001). Segundo esses mesmo autores, o teor de NDT aumenta em função do aumento das digestibilidades da matéria seca e da matéria orgânica e reduz com a elevação dos teores de FDN e FDA. Já o Micélio apresentou valor bem menor de NDT (63,39%), isso devido aos elevados valores de FDN e FDA.

É válido ressaltar que o Raffinate é um material de difícil manuseio, quanto aos aspectos laboratoriais.

A determinação da MS foi feita através da liofilização das amostras congeladas à -80°C. Além disso essas amostras tiveram que ser diluídas com água destilada na proporção de 50% para que se permitisse o congelamento da amostras, pois sem essa diluição as amostras não congelavam.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de desempenho animal obtido nesse experimento.

Tabela 7 – Desempenho de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo milho moído e sua substituição por co-produtos oriundos da usina de ácido cítrico

	Tratamentos [‡]					EPM [€]	P valor			
	Com	Micélio		Raffinate			C x S	M x R	EQM	ELR
		7	15	7	15					
Pi, kg	398,2	398	397,8	398,1	397,6					
Pf, kg	503,2	514,8	507,74	509,56	512,78	4,0684	0,097	0,981	0,080	0,115
CMS, kg	10,25	10,69	10,19	10,84	10,81	0,219	0,141	0,097	0,100	0,093
GPD, kg	1,568	1,742	1,644	1,666	1,72	0,0607	0,084	1,000	0,086	0,096
EA	0,155	0,163	0,162	0,154	0,159	0,0043	0,321	0,169	0,331	0,460

[‡]Con = Controle, M7 = substituição de 7% do milho moído por Micélio, M15 = substituição de 15% do milho moído por Micélio, R7 = substituição de 7% do milho moído por Raffinate, R15 = substituição de 15% do milho moído por Raffinate

Pi = peso inicial, Pf = peso final, CMS = consumo de matéria seca, GPD = ganho de peso diário

[€]Erro padrão da media

C = controle, S = subproduto, M = micélio, R = raffinate, EQM = efeito quadrático do micélio, ELR = efeito linear do raffinate

A inclusão de 7 e 15% de Micélio na dieta (base seca) em substituição parcial ao milho moído aumentou ($P = 0,1$) de forma quadrática o CMS. Já os animais alimentados com dietas contendo Raffinate apresentaram aumento linear no CMS ($P < 0,1$) em relação ao tratamento controle e também maior CMS quando comparados com os animais que receberam o tratamento Micélio ($P < 0,1$).

A regulação do consumo em função da distensão ruminal (MERTENS, 1992) não se aplica às dietas utilizadas no presente estudo. O efeito positivo da inclusão de 7% de Micélio no CMS poderia ser atribuído a um efeito de diluição no conteúdo de energia da dieta o qual acionaria o mecanismo quimiostático de regulação de consumo (Allen, 2000). Entretanto, a inclusão de Micélio na dieta não alterou o valor de ELg observada em comparação com a dieta controle. Por outro lado, a redução no teor de amido da dieta e aumento no teor de FDN de co-produto pode resultar em melhor ambiente ruminal e estimular o CMS.

Ludden et al. (1995), trabalharam com novilhos cruzados alimentados com dieta contendo 95% de concentrado e verificaram que o consumo de matéria seca aumentou linearmente quando o grão de milho foi substituído por casca de soja, nos níveis 0, 20, 40 e 60%. Esses autores, observaram, porém, que o consumo de energia digestível não diferiu entre os diferentes níveis de substituição, inferindo-se que os animais aumentaram o consumo de matéria seca visando alcançar os requerimentos de energia.

Pereira (2005) estudou a substituição do milho “*flint*” (0, 50, 75 e 100%) por polpa cítrica em rações para bovinos em terminação com dietas contendo 70% de concentrado e 30% de silagem de cana. A substituição de até 50% do milho moído (TMP = 1,3 mm) por polpa cítrica não afetou o CMS, mas níveis maiores de inclusão de polpa cítrica reduziram o CMS dos animais de forma linear.

No trabalho de Gouvea (2012), a substituição parcial (0, 25, 50 e 75%) do milho “*flint*” moído (TMP = 1,32 mm) resultou em resposta quadrática no CMS com pico de consumo ao redor de 50% de substituição por polpa cítrica.

Segundo Santos et al. (2002) a substituição parcial do milho por polpa cítrica resulta em redução no teor de amido e concomitante aumento no teor de pectina na dieta. Apesar da alta degradabilidade ruminal, a pectina apresenta um padrão de fermentação semelhante ao da fibra, produzindo grande quantidade de acetato, sem produção expressiva de lactato, o que pode melhorar o ambiente ruminal para a

atividade microbiana, estimulando a CMS. Efeito semelhante deve apresentar o Micélio, reduzindo o nível de amido na dieta e aumentando o teor de fibra.

O aumento linear ($P < 0,1$) no CMS com a substituição do milho por 7 ou 15% de Raffinate não pode ser explicado pelo mecanismo quimiostático, uma vez que o co-produto continha teor energético estimado maior que do milho. Entretanto, sua inclusão na dieta não alterou a densidade energética observada. O efeito positivo do Raffinate no CMS pode advir de um efeito palatilizante e condicionador da dieta (redução de partículas finas e melhor estrutura da dieta).

A inclusão de ambos co-produtos (Micélio ou Rafinate) na dieta em substituição parcial ao milho resultou em aumento no GDP dos animais ($P < 0,1$) em virtude ao aumento no CMS das dietas (Tabela 7). O efeito positivo foi quadrático ($P < 0,1$) para a inclusão de Micélio e linear ($P < 0,1$) para a inclusão de Raffinate, conforme ocorrido para o CMS das dietas. A densidade energética das dietas não foi alterada pela inclusão de co-produtos.

Estes resultados estão de acordo com os reportados por Coffey e Lomas (1989), citados por Ludden et al. (1995), que observaram aumento no ganho de peso de novilhos em terminação, quando substituíram o grão de sorgo por casca de soja no concentrado da dieta. A casca de soja pode ser comparada ao Micélio pelo fato de apresentar elevado teor de FDN.

Gouvêa (2012) reportou efeito positivo da substituição de até 50% do milho moído (TMP = 1,32) por polpa cítrica no GPD de bovinos em confinamento, em virtude do aumento quadrático no CMS dos animais.

De acordo com os dados da Tabela 6, a inclusão dos co-produtos nas dietas experimentais aumentou o peso final dos animais ($P < 0,1$), com efeito quadrático para a inclusão de micélio ($P < 0,08$). Não houve diferença ($P > 0,05$) entre Micélio e Raffinate como fontes energéticas para bovinos em confinamento.

Não houve diferença na eficiência alimentar (GPD/CMS) entre os tratamentos ($P > 0,1$) o que está de acordo com a ausência de efeito dos co-produtos na ELg observada das dietas. O efeito positivo dos co-produtos no GPD dos animais esteve relacionado às variações no CMS.

4.1 Resultados pós abate

Na Tabela 8 são apresentados os resultados obtidos após o abate dos animais mantidos confinados nesse experimento.

Tabela 8 – Características de carcaça de tourinhos Nelore alimentados com dietas com milho moído e sua substituição por co-produtos oriundos da indústria do ácido cítrico

	Tratamentos [¥]					EPM [€]	<i>P</i> valor			
	Con	Micélio		Raffinate			C x S	M x R	C x M	C x R
		7	15	7	15					
Pcar, kg	271,44	275,49	272,1	273,99	276,61	2,7579	0,328	0,594	0,495	0,270
RC, %	53,89	53,53	53,6	53,77	53,97	0,2671	0,574	0,259	0,331	0,964
AOL, cm ²	62,84	63,97	65	62,72	65,92	1,355	0,317	0,906	0,336	0,384
EGS, mm	2,8	2,95	2,89	2,75	2,89	0,1248	0,630	0,430	0,448	0,908

[¥]Con = Controle, M7 = substituição de 7% do milho moído por Micélio, M15 = substituição de 15% do milho moído por Micélio, R7 = substituição de 7% do milho moído por Raffinate, R15 = substituição de 15% do milho moído por Raffinate

Pcar = peso da carcaça, RC = rendimento de carcaça, AOL = área de olho de lombo, EGS = espessura de gordura subcutânea

[€]Erro padrão da media

C = controle, S = subproduto, M = micélio, R = raffinate,

Para os dados referentes às características de carcaça, não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). Segundo Owens e Gardner (2000) espera-se maiores rendimentos de carcaça em animais com maior peso inicial e com maior tempo de confinamento. Talvez esse último possa explicar um rendimento de carcaça relativamente baixo, visto que, a permanência dos animais no confinamento foi de 67 dias, sendo esse um período inferior à média (95 dias) de permanência de outros experimentos com tourinhos Nelore com rendimento médio de 55,4% (MOSCARDINI, 2008; SITTA, 2011; MARQUES, 2011; GOUVEA, 2012).

Nesse estudo a incidência de abscessos hepáticos não foi significativa. Apenas dois animais apresentaram abscessos no fígado. Um deles apresentou apenas 1 abscesso, enquanto o outro apresentou 4, sendo que, em ambos os animais os abscessos foram de tamanhos reduzidos (todos menores que 1cm). Esses dados estão de acordo com Carareto (2011) que constatou a ausência de abscessos hepáticos em animais recebendo dietas contendo milho moído fino. Assim como Sitta et al. (2010), Marques (2011), Peres (2011) e Gouvêa (2012) não observaram a incidência significativa de abscessos hepáticos em tourinho Nelore confinados recebendo dietas com alto teor de concentrado.

Na Tabela 9 estão apresentados os valores observados de energia líquida e sua relação com os valores esperados de energia.

Tabela 9 – Valores observados de energia líquida e sua relação com os valores esperados de energia

	Tratamentos [‡]					EPM [€]	P valor			
	Micélio			Raffinate			C x S	M x R	C x M	C x R
	Con	7	15	7	15					
EL observada da ração										
Manutenção	1,90	1,95	1,96	1,87	1,92	0,0339	0,5195	0,1185	0,2206	0,9434
Ganho	1,25	1,30	1,30	1,23	1,27	0,0293	0,8235	0,6941	0,9919	0,948
EL da ração, observado/esperado										
Manutenção	0,93	0,95	0,95	0,91	0,93	0,0163	0,766	0,0943	0,3314	0,6582
Ganho	1,04	1,07	1,07	1,02	1,04	0,0238	0,8244	0,1122	0,3855	0,6374

[‡]Con = Controle, M7 = substituição de 7% do milho moído fino por Micélio, M15 = substituição de 15% do milho moído fino por Micélio, R7 = substituição de 7% do milho moído fino por Raffinate, R15 = substituição de 15% do milho moído fino por Raffinate

Pi = peso inicial, Pf = peso final, CMS = consumo de matéria seca, GPD = ganho de peso diário

[€]Erro padrão da média

C = controle, S = subproduto, M = micélio, R = raffinate.

De acordo com os dados da Tabela 9. A inclusão de co-produtos não afetou a densidade energética das dietas ($P > 0,05$), indicando que esses co-produtos têm o mesmo valor energético que o milho "*flint*" moído.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de 7% de Micélio ou de 15% de Raffinate (base seca) na dieta de bovinos em terminação, em substituição parcial ao milho “*flint*” moído (TMP = 1,45 mm), melhora o GPD dos animais em virtude do maior CMS.

Micélio, Raffinate e milho “*flint*” moído (TMP = 1,45 mm) têm o mesmo valor energético para bovinos em terminação.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign v. 83, p. 1598-1624, 2000
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th ed. Arlington, 1995. v. 2, chap. 33, p. 10-11.
- BHANDARI, S.K.; OMINSKI, LI, S.; WITTENBERG, K.H.; PLAIZIER, J.C. Effects of the chop lengths of alfalfa silage and oat silage on feed intake, milk production, feeding behavior, and rumen fermentation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 91, p. 1942-1958, 2008
- BLASI, D.A.; BROUK, M.J.; DROUILLARD, J.; MONTGOMERY, S.P. **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Manhattan: Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14 p. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/library/lvstk2/mf2488.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2015.
- BOYLES, S. **Corn gluten feed**. Ohio State University Extension, 2011. (Beef Information). Disponível em: <<http://beef.osu.edu/library/gluten.html>> Acessado em: 18 abr. 2015.
- BRINK, D.R et al. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1201- 1207, 1990
- CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DA SILVA, J.F.C.; CECON, PR. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.
- CARARETO, R. **Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento**. 2011. 106p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- COFFEY, K. P.; LOMAS, L.W. **Soybean hulls in a finishing ration for beef cattle**. Kansas State University, Agricultural Research, Manhattan, p.1, 1989. (Report of Progress, 71:1).
- 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.

DEFOOR, P.J.; GALYEAN, M.L.; SALYER, G. B.; NUNNERY, G.A.; PARSONS, C.H. Effects of roughage sources and concentration on intake and performance by finishing heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 8-16, 2002.

DILORENZO, N.; GALYEAN, M.L. Applying technology with newer feed ingredients in feedlot diets: do the old paradigms apply? **Journal of Animal Science**, Albany, v. 90, p.123-132, 2010.

EVERS, A.D.; BLAKENEY, A.B.; O'BRIEN, L. Cereal structure and composition. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 50, p.629-650, 1999.

FELLNER, V.; BELYEA, R.L. Maximizing gluten feed in corn silage diets for cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.74, n.3, p.996-1005, 1991.

FIRKINS, J.L.; BERGER, L.L.; FAHEY, G.C. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science**. Albany, v. 60, n.3, p. 847-860, 1985.

FIRKINS, J.L.; BERGER, L.L.; FAHEY, G.C.; MERCHEN, N.R. Ruminal nitrogen degradability and escape of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v .67, n. 34, p.1936-1944,1984.

GALYEAN, M.L.; DEFOOR, P.J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, n. 2, p. 8-16, 2003.

GALYEAN, M.L.; HUBBERT, M.E. Traditional and alternative sources of fiber: roughage values, effectiveness, and concentrations in starting and finishing diets. In: PLAINS NUTRITION COUNCIL SPRING CONFERENCE, 55., 2012, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio, 2012. p. 75-97.

GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS J.T. Optimizing the use of forages in feedlot finishing diets. In: WESTERN NUTRITION CONFERENCE, 29., 2008, Edmonton. **Proceedings...**Edmonton 2008. p. 139-151.

GOUVÊA, V.N. **Processamento de grãos de milho flint e sua substituição por polpa cítrica em dietas para tourinhos Nelore terminados em confinamento**. 2012. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

GREEN, D.A.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. Energy value of corn wet milling by product feeds for finishing ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 65, p. 1655, 1987.

HAM, G.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; HUFFMAN, R.P. Determining the net energy value of wet and dry corn gluten feed in beef growing and finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 353-359, 1995

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

LUCIARI FILHO, A. Carcaça bovina. In: _____. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: O Autor, 2000. p. 49-70.

LUDDEN, P.A.; CECAVA, M.J.; HENDRIX, K.S. The value of soybean hulls as a replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2706-2711, 1995.

MARQUES, R.S. **Efeitos da variação dos níveis de forragem em dietas contendo grãos de milho inteiro e os benefícios da floculação na terminação de tourinhos Nelore**. 2011. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MCALLISTER, T.A.; GIBB, D.J.; BEAUCHEMIN, K.A.; WANG, Y. Starch type, structure and ruminal digestion. In: CATTLE GRAIN PROCESSING SYMPOSIUM, 86., 2006, Tulsa. **Proceedings...** Tulsa: Oklahoma State University, 2006. p. 30-41.

MCALLISTER, T.A.; RODE, L.M.; MAJOR, D.J.; CHENG, K.-J.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p. 571, 1990.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 45, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 188-219.

_____. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1463-1482, 1997.

MOSCARDINI, M.C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento**. 2007. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

_____. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381 p.

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.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, London, v. 197, p. 64-75, 2014

OWENS, F.N.; GARDNER, B. A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 1-18, 2000.

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.

_____. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 275-286, 1998.

PEREIRA, L.G.; BARREIROS, D.C.; OLIVEIRA, L.S.; FERREIRA, A.M.; MAURICIO, R.M.; AZEVEDO, J.A.G.; FIGUEIREDO, M.P.; SOUZA, L.F.; CRUZ, P.G. Composição química e cinética de fermentação ruminal de subprodutos de frutas do sul da Bahia – Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 20, p. 1-10, 2008.

PERES, M.S. **Processamento de grãos de milho do tipo *Flint* ou duro e adequação proteica em rações para bovinos em terminação – desempenho animal e digestibilidade dos nutrientes**. 2011. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

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.

RICHARDS, C.J.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SHAIN D.H. Effect of wet corn gluten feed, supplemental protein and tallow on steer finishing performance. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 421, 1998

ROONEY, L.W.; PLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of 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: UNESP, 2007. p. 31-47.

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.

SANTOS, F.A.P.; CARARETO, R.; MARQUES, R.S. Processamento de grãos para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 9., 2011, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2011. p. 403-432.

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.

SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; OWENS, F.N. ANDWELTY, S.D.;1995. Effects of corn particle size on feedlot steer performance and carcass characteristics. **Animal Science Research Report**, Oklahoma, v. 31, n. 2, p. 99–104, 1995.

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

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

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 (sodiummonensin, salinomycin, andvirginiamycin) for nellorebullsfeedlotfed high concentratefinishinggrations. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 88, E-suppl. 2, p. 132, 2010.

STOCK, R.A.; LEWIS, J.M.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MILTON, C.T. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Albany, v. 85, n. 4, p. 1-12, 1999.

VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. 1985. 147 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.

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

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

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.

WALDO, D.R. Symposium: forage utilization by the lactating cow: effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 69, p. 617-631, 1986.

WANG, T.L.; BOGRACHEVA, T.Y.; HEDLEY, C.L. Starch: as simple as A, B, C? **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, p. 481–502, 1998.

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

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 the AOAC International**, Washington, v. 81, n. 3, p. 620-632, 1998.

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.; CORONA, L.; WARE, R.A. Forage quality: Impacts on cattle performance and economics In: NATIONAL ALFALFA SYMPOSIUM, 2004, San Diego. **Proceedings...** San Diego, UC Cooperative Extension n. 34. p. 13-15, 2004