

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO E FARELO
DE GLÚTEN DE MILHO NA SUPLEMENTAÇÃO DE
BOVINOS DE CORTE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Daniel Terra Leite

**Santa Maria, Rs, Brasil
2006**

**FARELO DE GLÚTEN DE MILHO E FARELO DE ARROZ
DESENGORDURADO NA SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS DE
CORTE**

por

Daniel Terra Leite

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Souza da Silva

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO E FARELO DE GLÚTEN DE
MILHO NA SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE**

elaborada por
Daniel Terra Leite

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

José Henrique Souza da Silva, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ivan Luiz Brondani, Dr. (UFSM)
(Co-orientador)

André Brugnara Soares, Dr. (UTF- PR)

Santa Maria, 20 de fevereiro de 2006

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, em especial ao Laboratório de Bovinocultura de Corte (LBC) do Departamento de Zootecnia.

Aos professores José Henrique Souza da Silva, Ivan Luiz Brondani, Gilberto Vilmar Kozloski e Luis Fernando Glasenapp de Menezes pela paciência, boa vontade e ensinamentos valiosos.

Às empresas Agrocere, Irgovel e Corn Products, pelos materiais disponibilizados para as pesquisas.

Aos colegas de curso, em especial ao Juliano Roman, Julcemir Ferreira, Marciele Macari e Diego Neto, pela amizade e companheirismo.

À Roberta, Tiago, Emerson e todos os estagiários do LBC, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao professor Clóvis e estagiários do Laboratório de Nutrição Animal – LANA pela ajuda nos procedimentos laboratoriais.

Aos meus pais Silvio e Lea, pelo carinho e aos meus irmãos Pedro e Mário pela amizade, que foram essenciais para a minha formação.

À minha querida Adriane, pelo amor e dedicação.

À todas as pessoas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NA SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Autor: Daniel Terra Leite

Orientador: José Henrique Sousa da Silva

Data e Local da Defesa: 20 de Fevereiro de 2006, sala DZ 1 às 08:30 horas

Foram desenvolvidos três experimentos para testar os efeitos da suplementação com farelo de arroz desengordurado (FAD), farelo de glúten de milho (FGM) e as suas interações, no desempenho de novilhos de corte. Os testes de campo foram realizados na Fazenda Experimental “Área Nova”, e as análises laboratoriais no Laboratório de Nutrição Animal – LANA, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 24 novilhos machos com idade média de 15 meses e peso vivo inicial médio de 210 kg, cruzas Nelore x Charolês, que tiveram como dieta base pastagem de sorgo AG2501[®] variedade pastejo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), onde permaneceram quatro horas diárias pela manhã. Os animais foram distribuídos nos seguintes experimentos: 1) níveis de suplementação com FGM, 2) níveis de suplementação com FAD e 3) níveis de substituição de FGM por FAD na composição do suplemento. Foram avaliados os parâmetros quantitativos da pastagem, a valor nutritivo da forragem e suplementos ingeridos e o desempenho dos animais. O consumo de matéria seca total foi determinado através da estimativa indireta da produção fecal, com a utilização de marcador externo (Óxido de Cromo). O FGM demonstrou potencializar o ganho de peso médio diário de acordo com o aumento do nível de suplementação em relação ao peso vivo. O farelo de arroz desengordurado pode ser utilizado em suplementação em aproximadamente 0,40% do peso vivo dos animais; níveis acima destes podem prejudicar o desenvolvimento dos bovinos. A mistura dos dois suplementos não influenciou o desempenho dos animais.

Palavras-chaves: pastagem, amido, proteína não degradável, desempenho.

ABSTRACT

Zootecny Master Science Dissertation
Program of Post-Graduate in Zootecny
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

DEFATED RIVE BRAN AND CORN GLUTEN FEED AS STEERS SUPPLEMENTATION

Author: Daniel Terra Leite

Adviser: José Henrique Sousa da Silva

Date and place of defense: 20 de Fevereiro de 2006, room DZ 1 at 08:30 hours

Three experiments were developed to test the effect of the supplementation with defated rice bran (FAD), corn gluten feed (FGM) and their mixture, on steers performance. The field tests were at the Experimental Farm "Area Nova", and the laboratorial analyses at the Animal Nutrition Laboratory - LANA, both pertaining to the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria city, state of Rio Grande do Sul. Twenty-four steers with average age of 15 months and live weight 210 kg, cross Nelore x Charolais, that had as diet base, pasture of sorgo AG2501® variety grazing (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) whe the steers remained four daily hours in the mourning. The animals were distributed at the following experiments: 1) levels of supplementation with FGM, 2) levels of supplementation with FAD and 3) levels of substitution of FGM per FAD in the supplement composition. The quantitative parameters of the pasture, the ingested forrage and supplements quality, and the performance of the animals were evaluated. The total dry matter intake was determined by the indirect fecal production estimate, using a external marker (Chromium Oxide). The FGM increased the daily average weight gain with the increase of the supplementation level in relation to the live weight. The FAD can be used as supplementation approximately 0.40% of the animals live weight; levels above of these can harm the bovines development. The mixture of the two supplements did not influence the animals performance.

Key-Words: forage sorhgum, starch, protein, performance

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Novilhos utilizados nos experimentos.....	71
FIGURA 2- Administração via oral do marcador Óxido de Cromo.....	72
FIGURA 3- Coletas de fezes para determinação da concentração de Óxido de Cromo.....	73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Composição química da simulação de pastejo (SP) e suplementos na base seca (% MS).....	45
TABELA 2- Dados produtivos da pastagem de sorgo forrageiro.....	45
TABELA 3- Volume final de produção de gases, taxa de produção de gases e lag time das amostras de simulação de pastejo (SP) e suplementos.....	46
TABELA 4- Desempenho animal em função dos níveis de suplementação com farelo de glúten de milho em relação ao peso vivo dos animais.....	47
TABELA 5- Desempenho animal em função dos níveis de suplementação com farelo de arroz desengordurado em relação ao peso vivo dos animais.....	48
TABELA 6- Desempenho animal em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de arroz desengordurado no suplemento.....	50

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A- Análise de Variância para o ganho de peso médio diário (gmd) do experimento 1.....	55
APÊNDICE B- Análise de Variância para o peso do experimento 1.....	55
APÊNDICE C- Análise de Variância para o escore corporal (ec) do experimento 1.....	56
APÊNDICE D- Análise de Variância para os parâmetros consumo de matéria seca total (CMST) do experimento 1.....	56
APÊNDICE E- Análise de Variância para os parâmetros consumo de matéria seca em percentagem de peso vivo (CMSPV) do experimento 1.....	57
APÊNDICE F- Análise de Variância para o parâmetros consumo de forragem (CF) do experimento 1.....	57
APÊNDICE G- Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem em percentagem do peso vivo(CFPV) do experimento 1.....	58
APÊNDICE H- Análise de Variância para o parâmetro consumo em tamanho metabólico (CTM) do experimento 1.....	58
APÊNDICE I- Análise de Variância para o parâmetro ganho de peso médio diário (gmd) do experimento 2.....	59
APÊNDICE J- Análise de Variância para o parâmetro peso do experimento 2.....	59
APÊNDICE K- Análise de Variância para o parâmetro escore corporal (ec) do experimento 2.....	60
APÊNDICE L- Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca total (CMST) do experimento 2.....	60

APÊNDICE M- Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV) do experimento 2.....	61
APÊNDICE N- Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem (CF) do experimento 2.....	61
APÊNDICE O- Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem em percentagem do peso vivo (CFPV) do experimento 2.....	62
APÊNDICE P- Análise de Variância para o parâmetro consumo em tamanho metabólico (CTM) do experimento 2.....	62
APÊNDICE Q- Análise de Variância para o parâmetro ganho de peso médio diário (GMD) do experimento 3.....	63
APÊNDICE R- Análise de Variância para o parâmetro peso do experimento 3.....	63
APÊNDICE S- Análise de Variância para o parâmetro escore corporal (ec) do experimento 3.....	64
APÊNDICE T- Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca total (CMST) do experimento 3.....	64
APÊNDICE U- Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV) do experimento 3.....	65
APÊNDICE V- Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem (CF) do experimento 3.....	65
APÊNDICE X- Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem em percentagem do peso vivo (CFPV) do experimento 3.....	66
APÊNDICE Z- Análise de Variância para o parâmetro consumo em tamanho metabólico (CTM) do experimento 3.....	66
APÊNDICE AA- Concentração de Óxido de Cromo obtidas no aparelho de espectrofotometria de absorção atômica, nas amostras do experimento 1.....	67

APÊNDICE AB- Leituras obtidas no aparelho de espectrofotometria de absorção atômica para a concentração de Óxido de Cromo para o experimento 2.....68

APÊNDICE AC- Leituras obtidas no aparelho de espectrofotometria de absorção atômica para a concentração de Óxido de Cromo para o experimento 3.....69

SUMÁRIO

RESUMO.....	05
ABSTRACT.....	06
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	07
LISTA DE TABELAS.....	08
LISTA DE APÊNDICES.....	09
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Sorgo forrageiro (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) na alimentação de bovinos de corte.....	14
2.2 Farelo de Glúten de Milho em dietas para bovinos de corte.....	16
2.3 Farelo de Arroz Desengordurado em dietas para bovinos de corte.....	21
2.4 Predição do Consumo à Pasto com a utilização de Óxido de Cromo (Cr ₃ O ₆).....	25
2.5 Referências bibliográficas.....	28
3 CAPÍTULO 1: FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO E FARELO DE GLUTEN DE MILHO NA SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE.....	35
3.1 Resumo.....	35
3.2 Abstract.....	35
3.3 Introdução.....	36
3.4 Materiais e métodos.....	37
3.5 Resultados e discussão.....	44
3.6 Conclusões.....	51
3.7 Referências bibliográficas.....	51

1 INTRODUÇÃO

No mercado atual de carnes a evolução dos sistemas de produção se tornou indispensável, no sentido de buscar eficiência e valor nutritivo do produto, visando obter competitividade, sustentabilidade e incremento à valor nutritivo do produto final.

As dificuldades dos produtores rurais, principalmente os gaúchos, em adequarem o seu sistema de produção são inúmeras, já que os grandes frigoríficos exportadores requerem carcaças pesadas para a exportação, carne de valor nutritivo e produção em escala. Além disso, a diversidade de raças que são criadas no estado também é um fator negativo quanto à padronização do produto final, característica esta que é muito valorizada pelos países estrangeiros, que além destas exigências são muito rigorosos quanto à sanidade do rebanho.

A realidade é que a grande maioria da carne bovina nacional é produzida quase que exclusivamente em sistemas extensivos, tendo pastagens naturais e cultivadas como base alimentar. Deste modo, pode-se dividir a produção de carne em dois períodos: o período de primavera/verão, quando a alta produção forrageira resulta em elevado desempenho animal, e, o período de outono/inverno, quando a produção limitada de pastagens prejudica o crescimento animal ou provoca, até mesmo, perdas de peso durante este período (PRADO et al. 2003).

As pastagens cultivadas, suplementação e confinamento são alternativas que podem ser utilizadas na época de baixa produção forrageira, para que o desempenho dos animais não seja afetado negativamente. Mas estas técnicas mais intensivas têm sido utilizadas principalmente nas categorias de machos, na fase de recria e terminação, assim mesmo com muito planejamento, já que se elevam os custos de produção (FREITAS et al. 2005).

A suplementação de bovinos de corte mantidos em pastagens se faz necessário quando os nutrientes não são fornecidos de forma balanceada pela forragem e/ou em quantidade suficiente para satisfazer às exigências do animal e/ou as expectativas de desempenho. Uma estratégia de suplementação adequada seria aquela destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível (KABEYA et al. 2002).

Ao reduzir as deficiências dos nutrientes, a suplementação permite o crescimento eficiente dos microorganismos, resultando em fermentação microbiana adequada para um máximo de digestão de carboidratos da forragem, conseqüentemente, aumentando a produção de ácidos graxos voláteis. Além disso, o aumento da síntese microbiana eleva a saída de proteína microbiana do rúmen, aumentando o pool de proteínas no abomaso (LENG, 1990).

A adoção da suplementação deve ser economicamente viável, sendo necessário conhecer o custo atual do suplemento e compará-lo ao valor do ganho de peso adicional correspondente. As vantagens indiretas da suplementação, tais como menor tempo de permanência dos animais na pastagem, maior flexibilidade na taxa de lotação e novas oportunidades de negócios, também devem ser levadas em consideração (LEÃO et al. 2005a).

O farelo de arroz desengordurado (FAD) e farelo de glúten de milho (FGM) são subprodutos industriais que podem servir como fontes alternativas na suplementação de bovinos, e quando utilizados podem minimizar os efeitos das adversidades climáticas, assegurando um bom desenvolvimento dos animais com o fornecimento adequado de nutrientes.

Apesar de serem produtos prontamente disponíveis pelas indústrias de beneficiamento e com um custo de aquisição não muito elevado, quando comparados a ingredientes mais convencionais tais como o farelo de trigo e de soja, não são muitas as pesquisas com FAD e FGM na desempenho de bovinos de corte, ressaltando a importância de trabalhos com estes alimentos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de bovinos de corte

De maneira geral, a cultura do sorgo vem conquistando espaço entre as culturas nobres com um período de plantio bastante elástico, podendo substituir o milho na alimentação bovina em até 100%, sendo fornecido na forma de grãos, capineira, pastejo direto ou silagem (NEUMANN, 2002). Silagens de cultivares forrageiros produzem maior quantidade de biomassa por área, porém geram resultados inferiores quanto ao desempenho animal, quando comparadas aos obtidos com silagem de milho (NUSSIO, 1993).

A variabilidade genética do sorgo permitiu o desenvolvimento de um grande número de híbridos. Cada um destes materiais apresenta características agronômicas e valor nutritivo diferentes, com conseqüentes variações quanto à produtividade e padrões de fermentação, resultando em silagens e forrageiras com diferentes valor nutritivos. Esses fatores podem afetar diretamente o desempenho dos animais tornando evidente a necessidade de seleção de híbridos adequados aos sistemas de produção animal (PEDREIRA et al. 2003).

Os sorgos de maior interesse são distribuídos em dois grupos: os graníferos, com a finalidade de produção de grãos, que são de pequeno porte (altura inferior a 1,6m); e os forrageiros,

com ciclos mais longos e alturas superiores a 2,0m, vigorosos e com grande capacidade de produção de matéria verde (MV) (DEMARCHI et al. 1995).

As variedades destinadas ao pastejo são obtidas através de cruzamentos com Capim Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) ou genótipos selecionados para alta rusticidade e grande capacidade de rebrote após cortes ou pastejos sucessivos. No experimento de ZAGO (1997) o autor relatou produções significativamente superiores para dois híbridos de sorgo com capim-Sudão, em relação às outras forrageiras de verão. De acordo com MULCAHY et al. (1992), a utilização destes híbridos para a produção de forragem deve-se, principalmente, à sua elevada produção de MS. Segundo os autores, os indicadores do valor nutritivo das forrageiras incluem as características físicas da planta, e NEUMANN et al. (2002) confirmam que programas modernos de melhoramento objetivam explorar o máximo possível o banco genético da cultura de sorgo, selecionando materiais com valor nutritivo de colmo e folhas. Para híbridos de sorgo com capim-Sudão, correlações negativas entre altura da planta e características de valor nutritivo da forragem foram verificadas por MULCAHY et al. (1992) e TOMICH et al. (2004).

Com relação à capacidade de rebrote, esta é uma característica considerada vantajosa. Fatores de manejo da cultura afetam o perfilhamento, como, por exemplo, a população de plantas; quanto menor a população de plantas, maior a possibilidade de perfilhamento. O sorgo geralmente produz mais perfilhos em dias curtos e a temperaturas mais baixas. Qualquer dano no ápice de crescimento na planta pode iniciar o processo de perfilhamento, como por exemplo o dano no ápice por insetos, estresse severo de água ou temperatura. Danos causados por insetos na panícula principal vão originar os perfilhos axilares, os quais se desenvolvem de gemas laterais (MAGALHÃES et al. 2003).

Os cultivares destinados ao corte/pastejo podem disponibilizar até três cortes, com uma produção média de 1,49; 1,73 e 1,93 toneladas de MS/ha no primeiro, segundo e terceiro cortes respectivamente (SILVA et al. 2002). No Brasil Central, RODRIGUES (2000) considera que alguns cultivares têm potencial para produzir até 90 t de MV por hectare, em três cortes. Já TOMICH et al. (2004) relatam uma produtividade de 29,4 t/ha de MV e 4,5 t/ha de MS, em apenas um corte, revelando o potencial dos híbridos de sorgo com capim-Sudão para serem utilizados como alternativa para a produção de forragem em regime de corte, no início do período das águas no Brasil central.

No experimento de RESTLE et al. (2002) a pastagem de sorgo apresentou valor nutritivo equivalente ao milheto (*Pennisetum americanum*) e superioridade na valor nutritivo em relação ao

capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), apresentando 9,95 e 54,56% de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da MS, respectivamente. A carga animal média suportada foi de 1.389 kg de peso vivo (PV) por hectare (ha) não se mostrando inferior a outras espécies de gramíneas de estação quente. Não foi observada diferença significativa no GMD entre as pastagens de milheto e sorgo (1,188 e 1,121 kg); somente houve diferença numérica de 67 gramas/dia a favor do milheto. Esses resultados concordam com os obtidos por CÓSER & MARASCHIN (1981) apud RESTLE et al. (2002), os quais também não encontraram diferença no GMD entre milheto e sorgo. Semelhanças no GMD entre milheto e sorgo também foram relatados por UTLEY et al. (1976) e DUNAVIN (1970) apud RESTLE et al. (2002); porém, os GMD obtidos por esses autores foram inferiores aos obtidos no experimento descrito acima.

2.2 Farelo de Glúten de Milho (FGM) em dietas para bovinos de corte

O Farelo de Glúten de Milho (FGM) pode ser encontrado no mercado brasileiro sob duas formas de comercialização, uma com 20 a 23% de PB e outra com cerca de 60% de PB. O FGM com 20 a 23% de PB é a parte fibrosa do grão de milho que fica após a extração da maior parte do amido, do glúten e do gérmen pelo processo empregado na produção do amido ou xarope. O farelo também pode conter extrativos fermentados do milho e/ou farelo de gérmen de milho, bem como, deve ser isento de matérias estranhas à sua composição. O FGM com 60% de PB é o resíduo seco de milho, obtido após a remoção da maior parte do amido, do gérmen e da separação do farelo pelo processo empregado na fabricação do amido de milho ou xarope, por via úmida, pelo tratamento enzimático do endosperma (TARDIN, 1991).

Segundo MACEDO et al. (2003), para cada 100 kg de milho em grãos são produzidos 62 a 68 kg de amido; 3kg de óleo; 3,2 kg de farelo de gérmen; 20 kg de glúten e 4,5 kg de FGM.

O beneficiamento por via úmida permite a obtenção do FGM e o processo se inicia quando o milho em grão é limpo para a retirada de impurezas, palhas e outros materiais, através de peneiras e ciclones ou sopradores pneumáticos, além de separadores magnéticos para separação de sujeiras metálicas. Posteriormente os grãos são levados para tanques de ácido inoxidável chamados de maceradores, com uma solução aquosa ácida contendo lactobacilos em presença de dióxido de enxofre (SO₂). A temperatura da solução é aproximadamente de 50 °C e o cereal permanece em média 40 horas nos tanques. O SO₂ diluído reage com a água (H₂O) formando o ácido sulfuroso (H₂SO₃) que promove a assepsia do processo, controla a germinação e fermentação em razão de variações químicas que ocorrem nos constituintes do endosperma e auxiliam o processo de

separação do amido e proteínas. Pela ação da acidez e da temperatura, o grão de milho sofre um amolecimento, liberando nutrientes para a solução que posteriormente, é drenada e concentrada. Após a separação do gérmen, glúten e amido, através de peneiras e centrifugação, a solução concentrada e a fibra remanescente são secas a quente (cerca de 90 °C) e moídas, passando a constituir o FGM. (FUNDAÇÃO CARGILL, 1980).

A composição bromatológica do FGM é de aproximadamente 90,0 % de MS, 21,0 % de PB, 8,9 % de FDN, 89,0 % de NDT, 3,22 de EM (Mcal/kg de MS) e 59 % de proteína não degradável no rúmen (NRC, 1989). Já FIRKINS et al. (1984) afirmam que o teor de proteína não degradável no rúmen do FGM é de aproximadamente 26%. A fração fibrosa é alta (87%) e rapidamente (6,2%/h) degradada no rúmen (DeHAAN, 1983 apud KREHBIEL, 1995).

Segundo MUIRHEAD (1994), o farelo de glúten de milho é um alimento com teor relativamente alto de fibra em detergente neutro (40%), cuja digestibilidade é elevada, e com médio teor de amido entre 20 e 25%. O valor de NDT situa-se entre 70 e 83% na MS, sendo considerado um alimento mediantemente energético.

Autores citados por SANTOS (2004) apontam como causas da variação na composição do FGM o processo de produção, o tipo de moagem e peneiramento e o tipo de centrifugação até a sua produção final. Sua composição também pode ser alterada com exposição prolongada ao ar em razão de sua fácil deteriorização.

A baixa degradabilidade da proteína do farelo de glúten de milho permite a passagem desta para o intestino delgado, sem sofrer o ataque de microorganismos, aumentando, assim, a eficiência de utilização das fontes de nitrogênio. Esta não possui um perfil de aminoácidos equilibrado e pode ser melhorado pelos aminoácidos da proteína microbiana que chega ao intestino (PIEPENBRINK & SCHINGOETHE, 1998).

A composição do FGM rico em fibras de alta digestibilidade (SCOTT et al. 2003) e um conteúdo relativamente baixo em amido (22,5%) permite o fornecimento deste alimento em grandes quantidades em relação ao PV dos animais, já que o FGM pode atuar reduzindo desordens metabólicas relacionadas à acidose ruminal, principalmente na fase de adaptação aos concentrados em regime de confinamento (KREHBIEL et al. 1995). Em um experimento com FGM úmido em comparação com o milho, animais que recebiam 100% de milho na ração apresentavam um pH ruminal abaixo de 6,0 por 11,4 horas, enquanto os que recebiam 50 ou 100% de FGM úmido em substituição ao milho na ração apresentavam pH ruminal abaixo de 6,0 por 8,3 horas (MUIRHEAD, 1994).

A adição de FGM em dietas pode alterar a digestibilidade das mesmas, e com níveis superiores a 45% da MS, SINDT et al. (2003) concluíram que a inclusão de FGM promoveu um decréscimo na digestibilidade da matéria orgânica, devido ao aumento do consumo de FDN e decréscimo no consumo de amido. Similarmente, McCOY et al. (1997) relataram que a digestibilidade aparente da MS foi menor quando o FGM foi incluído em dietas para terminação.

Com relação à produção de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) de diferentes suplementos protéicos, TITGEMEYER et al. (1989) trabalhando com fontes de proteína com diferentes degradabilidades ruminais, ou seja, farelo de soja, FGM e farinha de sangue, encontraram produção de N-NH_3 em mg/dL de líquido ruminal de 39,78, 23,04 e 16,16, respectivamente. ROBINSON & McQUEEN (1994) também encontraram valores superiores para o farelo de soja (91,9 mg/L) em comparação com o FGM associado à farinha de sangue (80,4 mg/L).

O experimento de DUTRA et al. (2004) foi conduzido com o objetivo de estudar os efeitos dos níveis de fibra (38,7 e 57,2% de fibra em detergente neutro - FDN) e de diferentes fontes de proteína (farelo de soja e FGM associado com farinha de sangue), no comportamento da concentração do N-NH_3 e do pH no líquido ruminal de novilhos, com predominância da raça Pardo-Suíça. Os autores constataram que as maiores concentrações médias de N-NH_3 no líquido ruminal foram encontradas com as rações que utilizaram o farelo de soja como fonte de proteína, independentemente do nível de fibra, em que foi encontrado o valor de 0,18 mg de N-NH_3 /mL de líquido ruminal. As rações com baixa porcentagem de fibra produziram o menor pH do líquido ruminal (6,27); mas segundo os autores os valores mínimos de pH não limitaram o crescimento microbiano.

Dois estudos foram conduzidos por TRENKLE (1986 a, b) para determinar o valor energético do FGM. Quando novilhas foram alimentadas com dietas contendo 30 ou 60% de FGM, o valor da energia metabolizável para o FGM foi 22% menor que o estimado para o grão de milho esmagado (GME). No segundo experimento, o valor energético foi 9% menor quando GME e silagem de milho foram substituídos por FGM nas proporções 30, 50 e 70% nas dietas de terminação.

Em um experimento que visava à terminação, SINDT et al. (2003) utilizaram 631 fêmeas cruzadas para testar o incremento (25, 35, ou 45% da MS na dieta) de FGM e feno de alfafa combinados com milho floculado, sendo este a dieta base. Os autores constataram que não ocorreu interação entre o FGM e o feno de alfafa no desempenho dos animais, mas o acréscimo do FGM promoveu um decréscimo linear na eficiência de ganho, teor energético da dieta e por consequência

um menor acabamento em gordura nas carcaças. Os pesquisadores também observaram que os animais alimentados com 35% de FGM na MS tiveram uma menor ocorrência de abscessos hepáticos, e concluíram que o FGM quando utilizado de 25 a 35% na MS, pode ser uma fonte eficiente de energia em dietas para a terminação. Níveis acima destes podem ser economicamente interessantes, mas podem limitar o ganho dos animais pelo decréscimo da energia da dieta.

Alguns autores observaram incrementos no consumo de MS quando o FGM foi adicionado a dietas à base de milho para a terminação. Estes autores também constataram que a adição intermediária de FGM, em dietas para a terminação, produziram os melhores GMD (FIRKINS et al. 1985; HUSSEIN & BERGER, 1995).

A adição de 40% de milho ou FGM incrementou o consumo de MS e a eficiência de ganho por novilhos no experimento de OLIVEROS et al. (1987). Outros estudos mostraram que novilhos consumindo 50 ou 80% de FGM em dietas tendo como base silagem, tiveram maiores consumos de MS e maiores ganhos que animais mantidos com silagem e 20% de FGM (DICONSTANZO et al. 1986a). Em um estudo subsequente, os mesmos autores observaram que quando o FGM substituíu o grão de milho, os novilhos consumiam mais MS, mas o desempenho dos animais foi similar ao grupo controle, que recebia grão de milho (DICONSTANZO et al. 1986b).

No estudo de GREEN et al. (1987) foi observado que a substituição de 25 a 30% do FGM pelo grão de milho resultou em perda na eficiência alimentar (3,4%), mas o GMD e consumo de MS tiveram um acréscimo de 5% e 7,6%, respectivamente, em relação à dieta controle. Já nos níveis de substituição de 45 a 60% o FGM reduziu a conversão alimentar (16%) e GMD (3,7%) e promoveu um aumento no consumo de 10,8%.

Dois ensaios foram desenvolvidos por SCOTT et al. (2003) para determinar o efeito do processamento do grão de milho na performance e nas características da carcaça de novilhos alimentados com FGM. No ensaio 1 foram utilizados 480 novilhos (303 kg de peso inicial) e foi constatado que alimentando os animais com milho floculado resultou em incremento na eficiência alimentar com ou sem a inclusão de FGM quando comparado com animais alimentados com GME. Os dados do trabalho indicaram que o processamento de grãos é mais eficiente quando o esmagamento pode ser utilizado para aumentar a eficiência alimentar e energia líquida disponível para ganho em dietas contendo FGM.

Cinco trabalhos de terminação foram sumarizados por STOCK et al. (2000) e sugeriram que em dietas contendo cerca de 34,8% de FGM na MS, o resultado esperado é de um aumento na eficiência alimentar de 5,1%. Mas contrastando com estes dados, SCOTT et al. (2001) observaram

um incremento na eficiência alimentar de 4,8% de uma dieta controle versus outra que continha 35% de FGM.

A utilização de vários subprodutos do milho para animais em crescimento foi testada por PETER et al. (2000), que utilizaram 96 novilhas mestiças Simental x Angus, e observaram um aumento no GMD de 29%, para animais que recebiam FGM em comparação aos animais testemunhas, que recebiam ração contendo fibra de milho modificada. Os mesmos pesquisadores realizaram outro estudo, onde foi observado grande diferença, na digestibilidade da PB da ração controle em relação à que continha FGM e concluíram que o este alimento é uma boa fonte energética e protéica para novilhas.

Três ensaios de digestibilidade e um de crescimento foram conduzidos por HANNAH et al. (1990), para determinar o local, a extensão e a taxa de digestão ruminal da forragem e taxa e eficiência de ganho de novilhos alimentados com feno de alfafa suplementados com milho ou farelo de glúten de milho seco. No experimento 2, cinco novilhas foram alimentadas com feno de alfafa com incremento dos níveis dietéticos de FGM e foi constatado que a digestibilidade da matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) aumentou de acordo com a adição de FGM. No experimento 3, os animais foram alimentados com feno de alfafa contendo 20 ou 60% de milho ou FGM, e foi verificado que o FGM proporcionou maior aumento na digestibilidade da MO e FDN em relação à adição de milho. Os mesmos autores concluíram que o GMD e eficiência alimentar foram similares em bovinos alimentados com feno de alfafa mais milho ou FGM.

Com o objetivo de avaliar o efeito da utilização de três fontes de proteína, BRANCO et al. (2001) testaram uréia (UR), farinha de penas (FPE) e FGM sobre a digestão ruminal, intestinal e total do amido em bovinos. Os autores utilizaram três bovinos da raça Holandesa fistulados no rúmen e duodeno. No trabalho descrito acima, não foi verificado efeito da fonte protéica ($P > 0,05$) sobre os parâmetros de digestão avaliados com relação à MS, bem como a composição química microbiana e pH ruminal. A dieta UR apresentou maior produção ruminal de amônia seguida pelas dietas FGM e FPE ($P < 0,05$). A eficiência microbiana aparente e verdadeira foi maior para a dieta FGM ($P < 0,05$) e semelhante para as dietas UR e FPE. Não houve efeito das fontes protéicas sobre a digestibilidade intestinal do amido.

Novilhos alimentados com FGM (25 ou 50% na MS) obtiveram desempenho superior aos animais do grupo controle, alimentados com GME, mas não foi observada diferença no consumo de MS (RICHARDS et al. 1998). O FGM pode ser utilizado como suplemento para bovinos de corte,

mantidos em pastagens cultivadas. Novilhos em fase de recria mantidos em pastagem de *Brachiaria decumbens* e suplementados com diferentes fontes protéicas tiveram um GMD de 0,500 kg, não sendo diferente de alimentos tradicionais tais como o farelo de soja, farelo de trigo e farelo de algodão (GOMES et al. 2002).

O FGM foi utilizado como componente (8,5% na MS) do suplemento no trabalho de MANELLA et al. (2003) que estudou as características de fermentação ruminal de bovinos nelore na recria em pastos de *Brachiaria brizantha* com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*. Estes autores concluíram que a suplementação alterou os parâmetros de fermentação ruminal, favorecendo a maior atividade microbiana, devido ao maior aporte de N-NH₃ ruminal, e promovendo aumento nas concentrações de ácido propiônico, proporcionando uma melhora no desempenho dos bovinos. Os resultados do experimento descrito acima indicaram que, para pastagens de *B. brizantha* no período das águas, é necessária a suplementação com fontes de proteína. Entretanto, os autores ressaltaram a importância da execução de mais trabalhos avaliando aspectos da fermentação ruminal de animais pastejando gramíneas tropicais, suplementados ou não, auxiliando na formulação de suplementos estratégicos.

2.3 Farelo de Arroz Desengordurado (FAD) em dietas para bovinos de corte

O arroz é produzido em mais de 100 países em todo o mundo e atualmente constitui uma forma de alimento para cerca da metade da população mundial, com cerca de 150 milhões de hectares cultivados e uma produção de 590 milhões de toneladas. A Ásia é o maior produtor mundial de arroz com 90% da produção mundial. A China é o país de maior produção, com 186 milhões de toneladas e a Índia o país de maior área cultivada (43 milhões de ha). A grande maioria das variedades cultivadas são da espécie *Oryza sativa*, que tem origem na Ásia, mas outras espécies (*Oryza glaberrima*) são de origem Africana (FAO, 2004).

O principal produtor de arroz do Brasil é o Rio Grande do Sul, produzindo cerca de 4.000.000 ton. /ano. A industrialização do arroz produz uma série de subprodutos, como o brunido, a quirela, o farelo de arroz integral (FAI), que deste, após a extração do óleo, é obtido o farelo desengordurado (FAD). Este tem como principal vantagem a não rancificação permitindo que o produto seja armazenado por um período de tempo maior (PIMENTEL & PEIXOTO, 1983). Para ruminantes suplementados a campo ou confinados, o FAD é uma importante alternativa, principalmente nas regiões produtoras de arroz (PAULINO et al. 1993; RESTLE et al. 1995).

Dos subprodutos do beneficiamento do arroz, o FAI contém a maior parte dos nutrientes (aproximadamente 13% de PB e 15% de gordura) e tem sido utilizado eficientemente em dieta para bovinos. Alguns autores reportaram 55% de FDN e 39% de FDA, 6.7% de PB e 80,9% de MO no FAI (BRATZLE & COFFEY, 1990). É importante ressaltar que existem muitas variações na composição bromatológica dos subprodutos das indústrias de beneficiamento de grãos (RANKINS, 2002).

O fator limitante para a utilização de FAI é o seu conteúdo em gordura, de aproximadamente 15% (NRC, 1996). A redução na digestibilidade da FDN, com emprego de FAI na dieta de novilhos, utilizando dietas com 9% de gordura foi constatado por ZHAO et al. (1996). O tamanho de partícula pequeno, conteúdo de amido e gordura são aditivos ao risco de problemas digestivos e desbalanços nutricionais. Em geral a utilização do FAI se limita a 6% da gordura dietética com base na MS (LALMAN, 1996).

Em pesquisa recente com FAI, na suplementação de novilhos e vacas, constato-se que quando o FAI é suplementado a 0,4% do PV, tem aproximadamente o mesmo valor energético que o grão de milho quando utilizado no mesmo nível de suplementação (LALMAN, 1996).

Diferentes níveis de FAI mostraram uma queda no desempenho de terneiros leiteiros à medida que aumentou a percentagem deste na dieta (PIMENTEL & PEIXOTO, 1983; BERMUDEZ & PEIXOTO, 1995). No entanto, em novilhos confinados, RESTLE et al. (1995) não constataram diferença no desempenho com o incremento de FAD na fração concentrado. Alguns autores como BRATZLE & COFFEY (1990) indicaram GMD de 0,4 kg/d para novilhos alimentados com 66% FAI e 33% de pellets de alfalfa por 60 dias.

Algumas pesquisas foram conduzidas com casca de arroz e FAI como alimentos alternativos. A casca do arroz mostrou ser menos digestível que algumas forrageiras quando incluído como fonte de volumoso em concentração acima de 15% da dieta (WHITE & HEMBRY, 1982 apud STACEY & RANKINS, 2004). WHITE (1966) apud STACEY & RANKINS (2004) observaram diarreia e excreção de sangue pelas mucosas quando a casca do arroz foi dada a animais em experimento de terminação. Alguns dos animais foram observados consumindo fezes em algumas ocasiões, e alguns vieram a óbito depois de alguns dias, sendo constatado em necropsia, a constipação ruminal pelos animais que ingeriam casca de arroz.

Os efeitos de níveis de suplementação energética no desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas foram avaliados por FRIZZO et al. (2003), que conduziram um experimento com 64 bezerras de corte Charolês e suas cruzas com Nelore, mantidas em pastagem cultivada de inverno.

A suplementação foi equivalente a 0; 0,7 e 1,4 % do PV/dia de FAI associado à polpa cítrica na proporção de 1:1. Os autores verificaram que a suplementação proporcionou maior GMD, carga animal e ganho de PV/há em relação ao grupo testemunha; mas o CMS foi menor no nível 1,4% do PV/dia. Também foi constatado que as bezerras suplementadas tiveram maior condição corporal e porcentagem de cio do que bezerras do grupo controles.

O FAI e cama de frango foram testados na alimentação de bovinos de corte, em fase de crescimento, sendo realizados estudos de crescimento e digestibilidade. Novilhos das raças Aberdeen Angus e Charolês foram alimentados com dietas contendo milho, FAI, cama de frango e misturas dos ingredientes. Os autores concluíram que o FAI pode ser utilizado na substituição à cama de frango na alimentação de bovinos de corte, na proporção de 60% da MS da dieta, sem causar problemas digestivos, mas ressaltaram que o nível de PB da dieta deve ser avaliado com cuidado, quando o FAI é utilizado nas rações de animais jovens (STACEY & RANKINS 2004).

Em estudo para determinar os efeitos do incremento da gordura dietética na reprodução de vacas da raça Brahman, WEBB et al. (2001), concluíram que a adição de FAI na dieta dos animais produziu efeitos benéficos na reprodução. PAAT & WINUGROHO (1990) suplementaram com 1 a 2 kg de FAI a vacas mantidas em pastagem natural, descobriram que o peso ao nascer do terneiro não foi afetado pela suplementação.

Durante o período seco e chuvoso, JELANTIK et al. (2001), estudaram a suplementação de vacas e bezerros com FAI e não constatarem efeito do uso de FAI na produção de leite, mas o GMD e avaliações paramétricas foram influenciados pelo uso de 0,750 kg de FAI durante a estação seca.

O FAD é um subproduto prontamente disponível pela indústria de beneficiamento de grãos, mas poucas pesquisas tem sido conduzidas para avaliar a performance de bovinos de corte com este alimento (FORSTER et al., 1994). Autores citados por KAJIKAWA (1995) indicaram que o FAD tem cerca de 64,3% de NDT, 20,4% de PB e 2,2% de EE. Já SAHOO et al. (1999) relataram dados bromatológicos do FAD como tendo 14,62% de PB, 52,43% de FDN, 26,03% de FDA, 0,81% de EE, 84,49% de MO e 15,51% de cinzas.

Segundo COSTA & FRANÇA (1993), o FAD pode se apresentar na forma de pellets, que resultam do processo de extrusão com alta estabilidade. Por possuir um tamanho de partícula pequeno, a peletização se torna uma alternativa que acrescenta vantagens às características do alimento (BERNARD & AMOS, 1985). A temperatura e pressão associadas com o processo de extração de óleo e posterior peletização do FAD produzem materiais menos suscetíveis à

degradação pelas bactérias ruminais, aumentando o escape de nutrientes aos intestinos (ZINN et al. 1988).

Os diferentes processamentos industriais (cru, pré-cozido e FAD) do arroz e farelo de trigo foram testados por ZHAO et al. (1996), quanto aos seus efeitos na degradabilidade ruminal “*in situ*”, local e extensão da digestão dos nutrientes dietéticos e síntese microbiana. Para isto, os autores utilizaram quatro novilhas fistuladas e canuladas no rúmen, e concluíram que digestibilidade da MS do farelo de arroz pré-cozido foi menor em relação ao arroz cru. Além disso, o consumo real de energia digestível foi menor para o arroz cru e pré-cozido, em comparação às dietas que continham FAD; e dietas com farelo de trigo tiveram a menor digestibilidade da fração fibra no rúmen e fração gordurosa no intestino delgado. Os carboidratos não estruturais nas dietas que continham farelo de arroz tiveram maior digestibilidade do que as que continham farelo de trigo. O desaparecimento ruminal do amido foi acima de 90%, mas para carboidratos não estruturais e solúveis, foi menor que 40% para todas as dietas. O desaparecimento do nitrogênio, fluxo e eficiência microbiana não foram diferentes entre as dietas, sendo que o arroz cru e pré-cozido proporcionaram uma maior produção de propionato no rúmen, concluindo que a digestão da fibra e consumo de energia para dietas contendo altas proporções de farelo de arroz é incrementada pelo processo de retirada da gordura do arroz (FAD) e não pelo pré-cozimento.

No estudo de GADBERRY et al. (2005) avaliou-se as características de digestão ruminal e a performance de novilhos de corte suplementados com subprodutos agroindustriais, entre eles o FAD. Como resultados, os autores verificaram que nem o tipo de suplemento nem o processamento afetaram a digestibilidade da MS, o consumo de feno, consumo de suplemento, consumo de MS total e taxa de degradação ruminal. No segundo estudo foram utilizados 72 novilhos cruzados, e foi constatado que o GMD não foi diferente entre os tratamentos, e os autores concluíram que o processo de extrusão não altera o desempenho animal e que o FAD mais semente de algodão, pode ser eficientemente utilizado para substituir milho mais farelo de algodão na suplementação de bovinos em crescimento.

Utilizando quatro machos fistulados e canulados no rúmen, SAHOO et al. (1999) testaram FAD com o incremento de níveis de melaço, na proporção 1:1 com o volumoso. O consumo de MS foi similar em todos os tratamentos. Os parâmetros ruminais e o consumo de MS, indicaram que o FAD com níveis de acima de 20% podem ser utilizados como substitutos de concentrados convencionais para o nível de manutenção.

Os efeitos da suplementação com FAD, FAI e outros subprodutos no consumo de MS, digestibilidade e GMD, foram estudados por FORSTER et al. (1994). No experimento 1 a degradabilidade ruminal *in situ* da MS foi de 75 e 53% às 12 horas pós-incubação; 86 e 82% às 48 horas após incubação para FAI e FAD, respectivamente. No experimento 2, os autores constataram que o consumo de MO foi menor para o FAI em relação ao FAD a 0,80% do PV e FAD a 1,10% do PV (5,48, 6,03 e 5,86 kg por dia). No experimento 3, seis vacas de corte adultas (564 ± 37 kg de PV) fistuladas e canuladas no rúmen e duodeno foram alimentadas com as dietas do experimento 2, e foi constatado que a eficiência microbiana foi similar entre os todos os tratamentos. No experimento 4, 48 novilhos e 48 novilhas de 232 kg de peso vivo inicial médio, foram mantidos por 84 dias em pastejo e suplementados com as dietas do experimento 2. O GMD foi maior ($P < 0,05$) para FAI em comparação com FAD a 0,80% do PV e FAD a 1,10% do PV (1,18, 1,04 e 0,98 kg por dia, respectivamente).

Alguns estudos relatam à utilização do FAD na alimentação de ovinos, e podemos citar FONTE (1988) apud OSPINA et al. (1996) que concluiu que suplementação aumentava significativamente a digestibilidade da energia em ovinos recebendo feno de campo nativo suplementado com 15 e 30% de FAD na MS. No entanto o autor não detectou diferença na digestibilidade da parede celular. Também foram evidenciados aumentos no consumo, ganho de peso e crescimento de lã com a suplementação de FAD.

Trabalhando com 16 ovinos, OSPINA et al. (1996) avaliaram a digestibilidade, o consumo e o balanço de N alimentados com feno de capim pensacola (*Paspalum notatum*, Flugge) e suplementados com FAD em níveis de 0, 10, 20 e 30% do consumo de feno (respectivamente T0, T1, T2 e T3) em dois ensaios de digestibilidade. Os autores concluíram que os coeficientes de digestibilidade da MO e da EB não apresentaram diferenças entre tratamentos, mas a digestibilidade da PB foi menor no T3 (58,76%) do que no T0 (63,59%), e a digestibilidade da FDN foi maior no T2 (41,048%) do que no T1 (35,88%), porém sem evidenciar diferenças entre os outros contrastes.

2.4 Predição do Consumo à Pasto com a utilização de Óxido de Cromo (Cr_3O_6)

Um dos principais fatores determinantes do processo produtivo é o consumo de matéria seca (CMS), que é o principal fator da baixa produção de bovinos nos trópicos. Maiores progressos no entendimento dos fatores básicos que afetam o CMS têm sido impedidos pela ineficiência de nossos métodos em mensurá-lo (DETMANN et al. 2001).

O CMS tem uma relação mais estreita com o desempenho de animais em pastejo, já que ruminantes em pastagens tendem a manter a valor nutritivo da dieta em detrimento a quantidade da mesma. O entendimento de todos os aspectos do processo de pastejo, que influenciam o CMS, só poderá ser obtido a partir de uma estimativa bem sucedida do CMS (LIPPKE, 2002).

As técnicas para estimar o CMS de animais em pastejo são muitas, mas nenhuma com grande precisão, e são baseadas no uso de marcadores internos e externos, comportamento ingestivo, desaparecimento de massa de forragem, predição pelas características da forragem e através da performance animal (MOORE, 1996).

O marcador é uma substância de referência, classificado como interno (endógeno) ao alimento ou externo, que é adicionado ao alimento ou dosado em separado ao animal, e pode ser utilizado para monitorar aspectos químicos (hidrólise e síntese) e físicos (fluxo) da digestão, além de serem rotineiramente utilizados para a estimativa indireta da produção fecal em ruminantes (OWENS & HANSON, 1992).

Os métodos e procedimentos para o uso de diversos tipos de marcadores foram descritos em diversas revisões (ELLIS et al. 1982; POND et al, 1985). Os autores descrevem as características ideais de um marcador como 1) não ser absorvido, 2) não afetar ou ser biotransformado pelo trato digestivo ou pela população microbiana, 3) deve fluir paralelamente ou ser fisicamente similar ou intimamente associado com o material que irá marcar, 4) deve ter método analítico específico, eficiente para a sua determinação.

Um grande número de técnicas indiretas vem sendo desenvolvidas, para estimar o consumo à pasto, já que não é possível estimar diretamente o CMS de animais mantidos em pastagens. Estas técnicas visam geralmente, a mensuração da produção fecal (PF) e digestibilidade do material consumido pelos animais, e quase todas utilizam marcadores internos e externos. As variações na taxa de recuperação dos marcadores são as principais desvantagens destas técnicas (LIPPKE, 2002). A PF também pode ser estimada por intermédio de modelos matemáticos, para animais em condição de pastejo, tendo resultados semelhantes aos dados obtidos com marcadores (DETMANN et al. 2001).

A PF total pode ser mensurada diretamente pelo uso de arreios especiais com uma bolsa coletora. As vantagens das bolsas coletoras são que elas dão resultados rápidos e requerem somente MS e determinação de cinzas. Como principais desvantagens destaca-se a alteração no comportamento ingestivo, redução na performance animal, perdas de fezes, lesões nas patas

traseiras devido ao peso das fezes e mão-de-obra. Esta técnica é mais viável com ovelhas e cabras, devido à alta MS das fezes e o pequeno tamanho dos animais (HATFIELD et al. 1993).

O marcador Cr_3O_6 tem sido amplamente empregado na determinação da excreção fecal, apresentando as vantagens de ser barato, facilmente incorporado à dieta e analisado com relativa facilidade (ASTIGARRAGA, 1997).

Em 124 experimentos analisados por TITGEMEYER (1997), 90 utilizaram Cr_3O_6 como marcador de digestão. O Cr_3O_6 é inerte no intestino, mas as taxas de recuperação não são 100%, sendo em média 94%. Além da variação na taxa de recuperação, principalmente em pastejo, as principais desvantagens deste marcador são: a variação de recuperação entre animais e variação diária na concentração fecal de Cr_3O_6 . A variação diurna pode ser corrigida, com uma coleta de fezes em diferentes horários e realizadas as análises em uma amostra composta, com sub-amostras dos horários coletados.

Outros marcadores muito empregados e pesquisados são os alkanos, e estes podem ser utilizados tanto como marcadores externos e internos (DOVE et al. 1999).

Segundo HOLLEMAN & WHITE (1989) grande maioria dos protocolos de utilização de marcadores utilizam uma ou duas técnicas de dosagem e amostragem. Para a dosagem, o marcador pode ser administrado por uma dose única (dose pulso) ou ser dosado constantemente ou freqüentemente por um período de 5 a 7 dias para que se estabeleça uma condição de estabilidade na excreção ou platô de concentração do marcador nas fezes, para posteriormente serem coletadas amostras fecais e analisadas quanto ao teor do marcador.

O método mais utilizado para a aplicação de Cr_3O_6 é acondicioná-lo em uma cápsula de gelatina ou papel com aplicação via oral. Outros métodos incluem a alimentação com pequenas quantidades de Cr_3O_6 misturado com algum suplemento e uso de dispositivo de liberação controlada intra-ruminal (MOORE & SOLLEMBERGER, 1997).

Não existe ainda um protocolo definitivo de dosificações de marcadores e de coletas de fezes, mas DETMANN et al. (2001) defendem que a aplicação do marcador (Cr_3O_6) uma vez ao dia subestima os valores de excreção fecal e, conseqüentemente, o CMS dos animais a pasto. Os autores recomendam o emprego de duas aplicações e duas coletas diárias, às 8 e 17 h.

Além da PF, a digestibilidade do material consumido pelos animais deve ser estimada para o cálculo do CMS total. As amostras do material consumido podem ser obtidas através de simulações de pastejo, ou animais fistulados no esôfago ou rúmen (TITGEMEYER, 1997). A digestibilidade das amostras pode ser determinada por métodos tradicionais (TILLEY & TERRY, 1969;

ROBERTSON e VAN SOEST, 1981) ou através da utilização de marcadores internos (ASTIGARRAGA, 1997).

Como marcadores internos destacam-se a matéria seca indigestível (MSi), lignina, sílica, fibra detergente ácida indigestível (FDAi) e fibra detergente neutro indigestível (FDNi) (DETMANN et al. 2001). Também podem ser utilizados os alcanos de cadeia ímpar, que estão presentes na cera cuticular de muitas forrageiras (MOORE & SOLLENBERGER, 1997).

2.5 Referências Bibliográficas

ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de rumiantes en pastoreo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p.1-23.

BERMUDES, R.F.; PEIXOTO, R.R. Avaliação do farelo de arroz na alimentação de terneiros da raça Holandês. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília, **Anais...** Brasília: SBZ, 1995, p. 171 -172.

BERNARD, J.K.; AMOS, H.E. Influence of pelleting whole cottonseed on ration digestibility and milk production and composition. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.3255–3261, 1985.

BRANCO, A.F. et al. Efeitos da fonte de proteína da dieta sobre a digestão de amido em bovinos. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.953-959, 2001.

BRATZLE, F. K., and COFFEY, K. P. Rice Mill Feed as a Feed for Growing Cattle. **Report of Progress**, n. 599, p. 15-26, 1990.

COSTA, C., FRANÇA, V. Alternativas alimentares: soluções nutritivas baratas e regionais para combater a fome. **Pólis**, v.8, p.27-32, 1993.

DEMARCHI, J.J.A.A., BOIN, C., BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem de alta valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v..33, n.3, p.111-126, 1995.

DETMANN, E., PAULINO, M.F., ZERVOUDAKIS, J.T. Cromo e Indicadores Internos na Determinação do Consumo de Novilhos Mestiços, Suplementados, a Pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

DICONSTANZO, A. et al. Dry corn gluten feed as a replacement for corn grain and corn silage based diets. **Minnesota Beef Report B-345**, 1986a.

DICONSTANZO, A. et al. Dry corn gluten feed in high grain diets. **Minnesota Beef Report B-346**, 1986b.

DOVE, H. et al. Spray-topping annual grass pasture with glyphosate to delay loss of feeding value during summer. III. Quantitative basis of the alkane-based procedures for estimating diet selection

and herbage intake by grazing sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.50, p.475-485, 1999.

DUTRA, A.R. et al Efeitos dos Níveis de Fibra e de Fontes de Proteínas sobre a Concentração do Nitrogênio Amoniacal e pH Ruminal em Novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.714-722, 2004.

ELLIS, W.C., LASCANO, C., TEETER, R. Solute and particulate flow markers. IN: PROTEIN REQUIREMENTS FOR CATTLE: SYMPOSIUM, 1982, Oklahoma. **Proceedings...** Oklahoma: Stillwater, 1982, p.37.

FAOSTAT- Agriculture Data, Agricultural Production, Crops Primary, 2004. <http://apps.fao.org>

FIRKINS, J.L et al.. Evaluation of wet and dry distiller's grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.847-860, 1985.

FIRKINS, J.L et al. Ruminal nitrogen degradability and escape of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.1936-1944, 1984.

FORSTER, Jr. L.A et al. Digestion characteristics, feed intake and live weight gain by cattle consuming forage supplemented with defatted rice bran or other feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.3-4, p.259-257, 1994.

FREITAS, F.K. et al. Suplementação Energética na Recria de Fêmeas de Corte em Pastagem Cultivada de Inverno. Produção Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1256-1266, 2005.

FRIZZO, A. et al. Suplementação Energética na Recria de Bezerras de Corte Mantidas em Pastagem de Inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.643-652, 2003.

FUNDAÇÃO CARGILL. **Produtos de milho processados por via úmida para o uso em rações**. Campinas, 20 p. 1980.

GADBERRY, M.S. et al. Digestion characteristics and growth of steers fed a corn-grain based supplement compared to a de-oiled rice bran plus cottonseed supplement with or without extrusion processing. **Animal Feed Science and Technology**, v.118, p. 267-277, 2005.

GOMES, P.J. et al. Desempenho de Novilhos Mestiços na Fase de Crescimento Suplementados Durante a Época Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.139-147, 2002.

GREEN, D.; STOCK, R.; KLOPFENSTEIN, T. Corn gluten feed – A Review. **Nebraska Beef Cattle Report**. MP 52:16, 1987.

HANNAH, S.M. et al. Effects of corn vs corn gluten feed on site, extent and ruminal rate of forage digestion and on rate and efficiency of gain. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2536-2545, 1990.

HATFIELD, P.G. et al. The effects of different methods of estimating fecal output on plasma cortisol, fecal output, forage intake, and weight change in free-ranging and confined wethers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.618-624, 1993.

HOLLEMAN, D.F.; WHITE, R.G. Determination of digesta fill and passage rate from non-absorbed particulate phase markers using the single dosing method. **Canadian Journal of Zoology**, v.67, p.488, 1989.

HUSSEIN, H.S.; BERGER, L.L. Effects of feed intake and dietary level of wet corn gluten feed on feedlot performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of growing- finishing beef heifers. **Journal of Animal Science**. v.73, p.3246–3252, 1995.

JELANTIK, J. N. et al. Improving calf performance by supplementation in bali cattle grazing communal pastures in West Timor, Indonesia **TSAP PROCEEDINGS**, v. 28, 2001.

KABEYA, K.S. et al. Suplementação de Novilhos Mestiços em Pastejo na Época de Transição Água-Seca: Desempenho Produtivo, Características Físicas de Carcaça, Consumo e Parâmetros Ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.213-222, 2002.

KAJIKAWA, H. Utilization of by-products from food processing as livestock feed in Japan. Department of Animal Nutrition. National Institute of Animal Industry. Tsukuba 305, Japan, 1995.

KREHBIEL, C.R. et al. Feeding Wet Corn Gluten Feed to Reduce Subacute Acidosis in Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2931-2939, 1995.

LALMAN, D. **Alternative feeds for beef cows and stockers**. Outreach & Extension - Department University of Missouri (Columbia), p.1-5, 1996.

LEÃO, M.M. et al. Níveis de suplementação de novilhos mestiços mantidos a pasto. **Ciências Agrotecnicas**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1069-1074, 2005a.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.

LIPPKE, H. FORAGE & GRAZING LANDS: Estimation of Forage Intake by Ruminants on Pasture. **CROP SCIENCE**, v. 42, p.870-872, 2002.

MACEDO, L.G.P. et al. Substituição do farelo de soja pela farinha de glúten de milho na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.992-1001, 2003.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. Fisiologia da Planta de Sorgo. **Comunicado Técnico 86**, ISSN 1679-0162 Novembro, Sete Lagoas, MG, 2003.

MANELLA, M.Q.; LOURENÇO, A.J.; LEME, P.R. Recria de Bovinos Nelore em Pastos de *Brachiaria brizantha* com Suplementação Protéica ou com Acesso a Banco de Proteína de *Leucaena leucocephala*: Características de Fermentação Ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1002-1012, 2003.

MCCOY, R. et al. Digestibility of dry-rolled corn, wet corn gluten feed, and alfalfa hay in receiving and finishing diets. **Nebraska Beef Cattle Report**, p.61–65, 1997.

MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall. p.172-201, 1988.

MOORE, J.E. Practical approaches to estimating pasture intake. IN: Nutrient cycling in forage systems. JOOST, R.E., ROBERTS, C.A. Univ. of Missouri, Columbia, p.193, 1996.

MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E.. Techniques to predict pasture intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, Viçosa. **Proceedings...** Viçosa: UFV, p. 81-96, 1997.

MUIRHEAD, S. Wet corn gluten feed may reduce ruminal subacute acidosis in cattle. **Feedstuffs**, p.10, 1994.

MULCAHY, C. et al. Correlations among potential selection criteria for improving the feeding value of forage sorghums. **Trop. Grassl.**, v.26, p.7-11, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients Requirements of Goats**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989 p.

NEUMANN, M. et al. Avaliação de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos Componentes da Planta e Silagens Produzidas **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.31, n.1, p.302-312, 2002 (suplemento).

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 1996.

NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.) **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1993 p.75-177.

OLIVEROS, B.; GOEDKEN, F.; HAWKINS, E. Dry or wet corn bran or gluten feed for ruminants. **Nebraska Beef Cattle Report** MP 52:14, 1987.

OSPINA, H. et al. Utilização de farelo de arroz desengordurado como suplemento de volumosos de baixa valor nutritivo. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 2/3, n. 1, p. 75-80, 1996.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. SYMPOSIUM: EXTERNAL AND INTERNAL MARKERS: 'External and Internal Markers for Appraising Site and Extent of Digestion in Ruminants'. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2605-2617, 1992.

PAAT, C.P.; WINUGROHO, M. Improvement of Bali cattle productivity under village conditions using rice bran as feed supplement. In: HARYANA, et al. National Seminar on Bali Cattle, Denpasar, Indonésia, 1990, p.11-14.

PAULINO, M.F.; LEITE, R.A.; RUAS, J.R.M. Efeito de diferentes níveis de farelo de arroz sobre o desenvolvimento de novilhos mestiços em pastoreio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro, 1993, p. 532.

PEDREIRA, M.S. et al. Características Agronômicas e Composição Química de Oito Híbridos de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.32, n.5, p.1083-1092, 2003.

PETER, C.M. et al. The effects of corn milling coproducts on growth performance and diet digestibility by beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.78, p.1-6, 2000.

PIEPENBRINK, M.S. & SCHINGOETHE, D.J. Ruminal degradacion, amido acid composition, and estimated intestinal digestibilities of four protein supplements. **Journal Dairy Science**, v.81, p.454-461, 1998.

PIMENTEL, M.A., PEIXOTO, R.R. Desaleitamento precoce de terneiros. II – Valor do farelo de arroz em rações. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 12, n. 4, p. 654-666. 1983.

POND, K.R.; BURNS, J.C.; FISHER, D.S. External markers-use and methodology in grazing studies. IN: 1st GRAZING LIVESTOCK NUTRITIONAL CONFERENCE. **Proceedings...** Univ. Wyoming Press, Laramie, 1987, p.49.

PRADO, I.N. et al. Sistemas para Crescimento e Terminação de Bovinos de Corte a Pasto: Avaliação do Desempenho Animal e Características da Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.955-965, 2003.

RANKINS, D.L.et al. Broiler litter as cattle feed. **Food Animal Practices**, v.18, p.253–266, 2002.

RESTLE, J., BRONDANI, I.L., FLORES, J.L.C. Efeito de dietas contendo farelo de arroz desengordurado em diferentes proporções, na alimentação de novilhos. In: JORNADA INTEGRADA DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO, 2, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria, 1995, p. 435.

RESTLE, J.et al. Produção Animal em Pastagem com Gramíneas de Estação Quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1491-1500, 2002 (suplemento)

RICHARDS, C.J. et al. Effect of Wet Corn Gluten Feed, Supplemental Protein, and Tallow on Steer Finishing Performance. **Journal of Animal Science**, v.76, p.421–428, 1998.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The Detergent System of Analysis. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), **The Analysis of Dietary Fibre in Food**. Marcel Dekker, NY, Chapter 9, p.123-158, 1981.

ROBINSON, P.H.; McQUEEN, R.E. Influence of supplemental protein source and feeding frequency on rumen fermentation and performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1340-1353, 1994.

RODRIGUES, J.A.S. Utilização de forragem fresca de sorgo sob condições de corte e pastejo. IN: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000, p.179-201.

SAHOO, A.; AGARWAL, N.; KAMRA, D.N. Influence of the Level of Molasses in De-oiled Rice Bran-based Concentrate Mixture on Rumen Fermentation Pattern in Crossbred Cattle Calves. **Animal Feed Science and Technology**, V. 80, P. 83-90, 1999.

SANTOS, F.A. Glúten de milho na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, p.84-104, 2004, Disponível em: <http: www.Nutritime.com.br>.

SCOTT, T.; MILTON, C.; KLOPFENSTEIN, T. Programmed gain finishing systems in yearling steers fed dry-rolled corn or wet corn gluten feed finishing diets. **Nebraska Beef Cattle Report**, p.49–51, 2001.

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

SILVA, S.P., NÖRNBERG, J.L., MENEGAZ, A.L. Avaliação de cultivares de sorgo para corte ou pastejo na depressão central (ensaio sul-rio-grandense (2001/2002) In: 47ª Reunião Técnica Anual do Milho e 30ª Reunião Técnica Anual do Sorgo. **Anais...**, Porto Alegre-RS, 2002.

SINDT, J.J.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C. Wet corn gluten feed and alfalfa hay combinations in steam-flaked corn finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3121–3129, 2003.

STACEY, W.N.; RANKINS, Jr.D.L. Rice mill feed as a replacement for broiler litter in diets for growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2193–2199, 2004.

STOCK, R.A. et al. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. **Proceedings American Society of Animal Science** 2000.

TARDIN, A.C. Programa de controle de valor nutritivo para rações produzidas na granja. IN: **Seminário de Postura comercial**, Campinas, 1991. p.63–85.

TERRY R. A.; TILLEY, J.M.A.; OUTEN, G. E. Effect of pH on Cellulose Digestion under in vitro Conditions. **Journal of Science and Food Agricultural**. v. 20, p.317–320, 1969.

TITGEMEYER, E.C. Design and Interpretation of Nutrient Digestion Studies. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2235–2247, 1997.

TITGEMEYER, E.C. et al. Evaluation of soybean meal, corn gluten meal, blood meal and fish meal as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small intestine of steers. **Journal of Animal Science**, v.67, p.262–275, 1989.

TOMICH, T.R. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.258–263, 2004.

TRENKLE, A. Comparison of wet and dry corn gluten feed when used to replace corn and corn silage in a ration for yearling steers. **Beef Cattle Resourch Report**, p.23–28, 1986a

TRENKLE, A. Feeding value of wet and dry corn gluten feed when used to replace corn and corn silage in a ration for yearling heifers. **Beef Cattle Resourch Report**, p.19–22, 1986b.

WEBB, S.M. et al. Effects of dietary rice bran, lasalocid, and sex of calf on postpartum reproduction in Brahman cows. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2968–2974, 2001.

ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. IN: **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, P.9–26, 1997.

ZHAO, Y.; TANIGUCHI, K.; OBITSU, T. Effects of different processing procedures for rice bran on dietary nutrient digestion in each segment of the digestive tract of steers. **Animal Feed Science Technology**, v.59, p.265-277, 1996.

ZINN, R. A.; DUNBAR, J.R. ; NORMAN, B. B. Influence of pelleting on the comparative feeding value of cottonseed meal in receiving diets for feddlot calves. Champaign, **Journal of Animal Science**., v. 66, p. 1335-1339, 1988.

3 CAPÍTULO 1: FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO E FARELO DE GLUTEN DE MILHO NA SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

3.1 Resumo

Foram desenvolvidos três experimentos para testar os efeitos da suplementação com farelo de arroz desengordurado (FAD), farelo de glúten de milho (FGM) e as suas interações, no desempenho de novilhos de corte. Os testes de campo foram realizados na Fazenda Experimental “Área Nova”, e as análises laboratoriais no Laboratório de Nutrição Animal – LANA, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 24 novilhos machos com idade média de 15 meses e peso vivo inicial médio de 210 kg, cruzas Nelore x Charolês, que tiveram como dieta base pastagem de sorgo AG2501[®] variedade pastejo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), onde permaneceram quatro horas diárias pela manhã. Os animais foram distribuídos nos seguintes experimentos: 1) níveis de suplementação com FGM, 2) níveis de suplementação com FAD e 3) níveis de substituição de FGM por FAD na composição do suplemento. Foram avaliados os parâmetros quantitativos da pastagem, o valor nutritivo da forragem e suplementos ingeridos e o desempenho dos animais. O consumo de matéria seca total foi determinado através da estimativa indireta da produção fecal, com a utilização de marcador externo (Óxido de Cromo). O FGM demonstrou potencializar o ganho de peso médio diário de acordo com o aumento do nível de suplementação em relação ao peso vivo. O farelo de arroz desengordurado pode ser utilizado em suplementação em aproximadamente 0,40% do peso vivo dos animais; níveis acima destes podem prejudicar o desenvolvimento dos bovinos. A mistura dos dois suplementos não influenciou o desempenho dos animais.

Palavras-chaves: pastagem, amido, proteína não degradável, desempenho.

3.2 Abstract

Three experiments were developed to test the effect of the supplementation with defatted rice bran (FAD), corn gluten feed (FGM) and their mixture, on steers performance. The field tests were at the Experimental Farm "Area Nova", and the laboratorial analyses at the Animal Nutrition Laboratory - LANA, both pertaining to the Department of Animal Science of the Universidade

Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria city, state of Rio Grande do Sul. Twenty-four steers with average age of 15 months and live weight 210 kg, cross Nelore x Charolais, that had as diet base, pasture of sorgo AG2501® variety grazing (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) whe the steers remained four daily hours in the mourning. The animals were distributed at the following experiments: 1) levels of supplementation with FGM, 2) levels of supplementation with FAD and 3) levels of substitution of FGM per FAD in the supplement composition. The quantitative parameters of the pasture, the ingested forrage and supplements quality, and the performance of the animals were evaluated. The total dry matter intake was determined by the indirect fecal production estimate, using a external marker (Chromium Oxide). The FGM increased the daily average weight gain with the increase of the supplementation level in relation to the live weight. The FAD can be used as supplementation approximately 0.40% of the animals live weight; levels above of these can harm the bovines development. The mixture of the two supplements did not influence the animals performance.

Key-Words: forage sorhghum, starch, protein, performance

3.3 Introdução

Um dos gargalos da pecuária de corte brasileira, segundo VILLARES (1984) é a fase de recria, que compreende um grande número de animais entre 12 e 36 meses de idade. Carências nutricionais neste período podem comprometer todo o crescimento posterior e prejudicar a fase de terminação. Para que isto seja evitado, estratégias alimentares devem ser adotadas para que o pleno crescimento dos animais seja alcançado.

As pastagens cultivadas de clima quente podem ser utilizadas na recria como alternativa forrageira, possibilitando bons índices de desempenho em praticamente todas as faixas etárias. Para o período de verão, as espécies que se destacam no estado do Rio Grande do Sul são o milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) e o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.); mas o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pode ser considerado uma boa alternativa para os produtores rurais (RESTLE, et al. 2002). O adequado manejo da forragem torna-se necessário para que a máxima produção vegetal e/ou animal, seja obtida, já que os custos de implantação e manutenção da pastagem são relativamente altos.

Apesar de inúmeras vantagens, em algumas situações essas forrageiras não possuem em sua composição todos os nutrientes essenciais de forma equilibrada, de modo a atender completamente

todas as exigências dos animais em pastejo, sendo necessário a utilização de suplementos alimentares para a obtenção de um melhor desempenho produtivo (FRIZZO, et al. 2003).

Os subprodutos do beneficiamento de grãos (milho, soja, trigo, arroz) são uma ótima alternativa nutricional para aumentar a eficiência de utilização das pastagens cultivadas, podendo estes, serem utilizados para incrementar o desempenho animal e ganhos por área.

Para animais jovens em crescimento, o ganho de peso médio diário (GMD) depende basicamente do suprimento de aminoácidos (AA) que chegam ao abomaso e de substratos energéticos que chegam aos tecidos. A proteína metabolizável é absorvida no duodeno, na forma de AA, e pode ser dietética (não-degradável no rúmen) ou advinda dos microorganismos ruminais (POPPI e McLENNAN, 1995).

Os alimentos energéticos, à base de amido, podem aumentar a performance animal, através do maior aproveitamento do nitrogênio da forragem com conseqüências positivas na produção de proteína bacteriana e do incremento na produção de ácidos graxos voláteis totais (GOETSCH et al. 1991). O farelo de arroz desengordurado (FAD) é uma fonte de amido e pode ser utilizado na suplementação de bovinos de corte, podendo ser adquirido no Rio Grande do Sul com certa facilidade, já que o estado é um grande produtor nacional de arroz.

Outra forma de incrementar o fluxo de AA é a suplementação com proteína com alimentos de baixa degradabilidade ruminal. Esta pode representar maior valor biológico dos AA que são absorvidos no intestino, melhor retenção de nitrogênio e aumento no GMD (PHILLIPS et al. 1995). O farelo de glúten de milho (FGM) é um alimento com bom valor energético, cerca de 70% de digestibilidade e 21 a 23% de PB, sendo parte protegida da degradação ruminal (NRC, 1996).

Os incrementos na quantidade de proteína metabolizável, via maximização da produção microbiana e/ou fornecimento proteína dietética não degradável no rúmen devem ser testados de forma a esclarecer à que nível de suplementação ou proporção, a produção animal se maximiza. Os objetivos deste trabalho foram testar fontes de suplementação energética rica em amido (FAD) e protéica de baixa degradabilidade ruminal (FGM), assim como a melhor relação entre esses no consumo de MS e desempenho animal de novilhos de corte, mantidos em pastagem de sorgo, variedade pastejo.

3.4 Material e métodos

3.4.1 Local e Época:

Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Experimental “Área Nova” do Laboratório de Bovinocultura de Corte pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. As avaliações de campo foram realizadas entre Janeiro e Março do ano de 2005. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal - LANA - (Departamento de Zootecnia) da mesma instituição no período de Maio a Junho do ano de 2005.

3.4.2 Animais e suplementos utilizados

Foram utilizados 24 novilhos machos com idade média de 15 meses e peso vivo inicial médio de 210 kg, cruzas Nelore x Charolês, que tiveram como dieta base pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) AG2501[®] variedade pastejo, onde permaneceram quatro horas diárias pela manhã.

Os suplementos utilizados foram o farelo de glúten de milho (FGM) e o farelo de arroz desengordurado (FAD), fornecidos pela parte da tarde, em piquetes de chão batido com aproximadamente 25m² de área, providos de cochos, bebedouros e sal mineral à vontade, entre 15:30 e 16:00 horas. Diariamente foram coletadas e anotadas em planilhas, as sobras do dia anterior para fins de cálculo de consumo de concentrado.

Antes do início dos experimentos, os animais tiveram um período de adaptação à dieta e ao manejo de 15 dias e neste receberam duas doses de um vermífugo comercial, de amplo espectro e tratamento contra parasitas externos. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, após jejum de sólidos de 12 horas. Além da tomada do peso foi efetuada a classificação de acordo com a condição corporal (ECC), com escores de 1,0 (magro) a 5,0 (gordo), atribuídos por observação visual. O manejo diário dos animais, tais como os apartes, aplicação de medicamentos foram realizados em benfeitorias especializadas, que se localizavam ao lado da pastagem.

3.4.3 Tratamentos

Para testar os diferentes suplementos e suas interações foram desenvolvidos três experimentos:

No experimento 1 participaram 12 animais e constou de quatro tratamentos:

1. FGM 0 - Novilhos não suplementados.
2. FGM 0,25- Novilhos suplementados com FGM a 0,25% do peso vivo (PV).
3. FGM 0,50- Novilhos suplementados com FGM a 0,50% do PV.
4. FGM 0,75- Novilhos suplementados com FGM a 0,75% do PV.

No experimento 2 participaram 9 animais e constou de três tratamentos:

1. FAD 0 - Novilhos não suplementados.
2. FAD 0,40 - Novilhos suplementados com FAD a 0,40% do PV
3. FAD 0,75 - Novilhos suplementados com FAD a 0,75% do PV

No experimento 3 participaram 15 animais e constou de cinco tratamentos:

1. Testemunha - Novilhos não suplementados.
2. T0FAD - Novilhos suplementados a 0,75% do PV com 100% de FGM.
3. T33FAD- Novilhos suplementados a 0,75% do PV com 33,33% de FAD e 66,66% de FGM.
4. T66FAD- Novilhos suplementados a 0,75% do PV com 66,66% de FAD e 33,33% de FGM.
5. T100FAD- Novilhos suplementados a 0,75% do PV com 100% de FAD.

3.4.4 Implantação e manejo da pastagem

A semeadura da pastagem foi realizada no início do mês de novembro de 2004, utilizando-se 3 cm de profundidade e de 20 a 24 sementes de sorgo, variedade pastejo por metro linear, em sistema de plantio direto com adubação de base de 480 kg/ha de adubo químico da fórmula 5-20-20. A adubação nitrogenada foi realizada em cobertura, na forma de uréia (150 kg/ha), parceladas em duas aplicações.

A massa de forragem foi determinada pelo método descrito por WILM (1944), sendo as avaliações realizadas no início de cada período dos experimentos. As amostras foram tomadas aleatoriamente, sendo quatro cortadas rente ao solo e 20 observações visuais realizadas por dois

avaliadores treinados. A forragem proveniente de cada amostra cortada foi homogeneizada e, posteriormente, duas amostras compostas foram retiradas. Uma amostra foi utilizada para a estimativa da composição estrutural da pastagem e outra para determinação da matéria seca (MS). As diversas frações foram separadas manualmente e secas em estufa de ar forçado a 55°C, para a estimativa do percentual de cada componente em base na MS. A simulação de pastejo foi realizada (3 dias por período) para a obtenção de material representativo do consumo (qualitativo) dos animais e para posteriores análises laboratoriais.

A área foi dividida em dois piquetes por meio de cerca elétrica tendo o piquete 1 uma área de 1,72 ha e o piquete 2 de 2,97 ha, equipados com bebedouros regulados por torneira bóia. As áreas dos piquetes foram pastejadas em sistema rotacionado, de acordo com a disponibilidade de forragem, sendo o piquete 1, utilizado no primeiro período (21 dias) e o piquete 2 no segundo período (15 dias). Os períodos experimentais não foram maiores em decorrência de um grande período de estiagem.

3.4.5 Análises Bromatológicas

Nas amostras de alimentos, sobras e de fezes foram determinados o teor de MS por secagem em estufa a 105 °C, durante pelo menos 8 horas e de matéria orgânica (MO) por queima em mufla a 550 °C, durante 2 horas. O teor de nitrogênio (N) total foi determinado por um método Kjeldahl (método 984.13, AOAC, 1995), modificado conforme descrito por KOZLOSKI et al. (2003) e a PB calculada multiplicando-se o teor de N por 6,25. Os teores de N insolúvel em detergente ácido (NIDA) e N insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram analisados de acordo com LICITRA et al. (1996). O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado por tratar as amostras com éter etílico em sistema de refluxo, a 180°C, durante 2 horas (Soxtherm, Gerhardt, Germany). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) foram determinados de acordo com ROBERTSON e VAN SOEST (1981). Contudo, a determinação de FDN foi feita com uso de sacos de poliéster conforme modificação de KOMAREK (1993).

3.4.6 Estimativa da produção fecal

Para a obtenção do consumo de MS foi estimada a produção fecal utilizando-se o marcador externo óxido de cromo (Cr_3O_6). O marcador foi administrado por via oral na quantidade de 10g (embalados em papel) por animal, às 14:30 horas, sendo os primeiros 7 dias para adaptação e 3 dias para a coleta de fezes. Este manejo começava nos dez últimos dias do período. As fezes foram coletadas via retal e obtidas amostras nos tempos de 0, 1, 4, 6, 8, 12, 15, 18 e 24 horas após a dosificação. As amostras fecais obtidas, foram congeladas imediatamente após as coletas; posteriormente secas em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas e moídas em peneira com crivos de 1 mm, sendo identificadas por animal, tratamento e período. As amostras foram misturadas para obtenção de uma “composta”, agrupando-se para o mesmo animal, os diferentes horários de coleta.

3.4.7 Determinação do teor de Óxido de Cromo

Para determinação do cromo, aproximadamente 0,5g de amostra parcialmente seca foi pesada em um becker com capacidade para 25ml, queimada em mufla a 550°C durante duas horas, adicionados 5ml de uma solução contendo 10g de molibdato de sódio, 150ml de água destilada, 150ml de ácido sulfúrico e 200ml de ácido perclórico (CZARNOCKI et al. 1961), coberto com bola de vidro e colocado em uma chapa quente a aproximadamente 200°C . Após a solução passar de uma cor esverdeada para amarelo-alaranjada (em torno de 1 a 2 horas após), o conteúdo foi totalmente transferido para um balão volumétrico de 100ml, lavando-se o becker várias vezes com água destilada, completado o volume com água destilada, filtrado (papel filtro comum) e uma alíquota coletada para determinação de cromo por espectrofotometria de absorção atômica (GROVUM & WILLIAMS 1973).

A produção fecal foi calculada pela seguinte equação:

$$PF(g/dia) = \frac{Cr_3O_6}{conc.Cr_3O_6} \cdot \frac{fornecido(g/dia)}{fezes(g/gMS)}$$

3.4.8 Digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca (MS)

A digestibilidade verdadeira da MS foi determinada nas amostras de suplementos e simulação de pastejo. As amostras foram pesadas (aproximadamente 300mg) em duplicatas, colocadas em saquinhos de poliéster (3×4 cm), com porosidade de 50u, os quais foram selados e

incubados em recipientes de vidro (capacidade de 2 litros), mantidos em banho-maria a 39°C, durante 48 horas, em um sistema de agitação lenta. Cada frasco continha 800 ml de uma solução tampão e 200 ml de fluido ruminal (TILLEY & TERRY (1969), modificado pela ANKOM (Ankom Technology Corporation, New York, USA)). Após as 48 horas de incubação, os saquinhos foram retirados, lavados em água corrente e submetidos à solução detergente neutro (ROBERTSON e VAN SOEST, 1981) em autoclave, à 110°C durante 60 minutos. A seguir foram lavados com água corrente, água destilada quente e acetona, secos em estufa a 105°C durante pelo menos 8 horas e pesados.

A digestibilidade aparente da MS foi determinada subtraindo-se 7% do valor da digestibilidade verdadeira, e este valor utilizado na estimativa do consumo de MS, segundo a seguinte equação:

$$CMS(kg / dia) = 100 \cdot \left[\frac{PF(kgMS / dia)}{100 - DAMS} \right]$$

onde CMS= consumo de matéria seca, PF= produção fecal, e DAMS= digestibilidade aparente da matéria seca.

3.4.9 Degradabilidade Ruminal

A degradabilidade ruminal da forragem ingerida e dos suplementos foi determinada pelo método de produção de gás “in vitro”, técnica modificada por MAURÍCIO et al. (1999), com a finalidade de se obter dados que possam explicar os resultados de desempenho. Amostras de 1 g de MS de pastagem de sorgo e suplementos foram pesadas em triplicata em frascos de vidro com capacidade de 160 ml. Cada frasco recebeu, juntamente com as amostras de MS 90 ml de solução tampão de McDougal e 10 ml de inóculo, sendo ejetados por 10 segundos com CO₂. Os frascos foram vedados com rolhas de borracha, sendo posteriormente mantidos a 4°C. Cinco horas antes da inoculação os frascos foram removidos da geladeira para a estufa à 39°C, até o momento de receberem o inóculo.

A inoculação foi feita usando líquido ruminal obtido de um bovino fistulado. A coleta do líquido ruminal foi realizada com auxílio de bomba de vácuo. O líquido ruminal no momento da retirada era armazenado em erlenmeyer que estava mergulhado em água pré-aquecida à 39°C, sendo

a temperatura da água controlada com auxílio de um termômetro. Imediatamente após a coleta, o líquido ruminal foi levado ao laboratório.

No laboratório, o líquido ruminal foi filtrado através de camadas de gases sob injeção contínua de CO₂ e mantido aquecido a 39°C. A inoculação foi feita por meio de injeção de 10 ml do inóculo por frasco, utilizando seringa plástica conectada a uma agulha. Frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (tampão) foram usados como controle.

A pressão (psi = pressão por polegada quadrada) originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida utilizando um transdutor de pressão tipo T443A (Bailey e Mackey, Inglaterra), conectado a um leitor digital e interface com um micro computador para permitir a captura direta dos dados. As leituras de pressão foram tomadas com maior frequência durante a fase inicial de fermentação e reduzidas posteriormente (1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 72, 96 h pós-incubação). As leituras das pressões foram tomadas inserindo uma agulha de 0,6 mm acoplada ao transdutor na tampa de borracha. As pressões tanto foram lidas no leitor digital e descarregadas em microcomputador no momento das tomadas de leituras. Utilizando uma válvula de escape, os gases acumulados foram retirados até o momento que a leitura no leitor digital chegasse a zero, confirmando a retirada total dos gases. O transdutor então era removido levantando a agulha do local para permitir a acumulação de gases. Após cada tomada de leitura, os frascos voltavam para a estufa. Com o somatório do volume de gás para cada tempo de leitura, foram construídas as curvas de produção cumulativa de gases oriundos da degradação da MS. A cinética da produção cumulativa de gases foi analisada segundo o modelo descrito por SCHOFIELD et al. (1994).

3.4.10 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. As unidades experimentais foram constituídas de três animais por tratamento, alocados em um único piquete. A análise estatística foi realizada através de análise de variância, teste de Tukey, estudos de regressão e contrastes ortogonais. O nível crítico de significância foi de 5% de probabilidade, e as análises realizadas através do programa estatístico SAS versão 6.11 (SAS, 1997). O modelo matemático para análise de variância utilizada foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \sigma_j(\alpha_i) + \rho_k + (\alpha\rho)_{ik} + \varepsilon_{ijk},$$

em que: Y_{ijk} = variáveis dependentes; μ = média das observações; α_i = efeito do i-ésimo tratamento; $\sigma_j(\alpha_i)$ = efeito da j-ésima repetição dentro do i-ésimo tratamento (erro A); ρ_k = efeito do k-ésimo período; $(\alpha\rho)_{ik}$ = efeito de interação entre o i-ésimo tratamento e o k-ésimo período; ε_{ijk} = efeito do erro experimental aleatório (erro B).

Foram realizados estudos de regressão para determinar o efeito de tratamentos, seguindo o seguinte modelo de regressão polinomial:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \lambda_i + \sigma_j(\alpha_i)$$

em que: Y_i = variável dependente; β_0 , β_1 e β_2 = constantes a serem estimadas (β_0 = intercepta da equação, β_1 = coeficiente de regressão linear, β_2 = coeficiente de regressão quadrático); X_i = i-ésimo nível de farelo de glúten ; λ_i = desvio i da regressão e $\sigma_j(\alpha_i)$ = erro aleatório baseado na repetição dentro de cada tratamento.

3.5 Resultados e discussão

Na tabela 1 são apresentadas as médias para a composição química da forragem obtida por simulação de pastejo (SP) e suplementos utilizados. A SP apresentou um teor de PB de 9,63% e foi semelhante aos 8,22 % obtidos por GOES et al. (2003), quando avaliaram uma gramínea tropical (*Brachiaria arrecta*). Os mesmos autores ressaltaram que a SP pode servir como estimativa satisfatória da dieta selecionada por bovinos. Apesar de uma FDN de 50,07%, o material selecionado pode ser considerado de boa valor nutritivo, já que a DIVMS foi de 71,77 %.

O FGM apresentou um teor de PB de 19,84%, um pouco abaixo da faixa de 21 a 23% de PB propostos pelo NRC (1996). No entanto, o FAD apresentou uma PB de 13,27%, sendo este valor um pouco inferior aos 14,62% obtidos por SAHOO et al. (1999). Os dois suplementos apresentaram uma diferença numérica considerável quanto aos teores de FDN, LDA, MM, MO, NDT e DIVMS, indicando ser superior a valor nutritivo do FGM em relação ao FAD. A MM do FAD ficou em média 23,97% sendo muito acima do encontrado na literatura. Este fato pode ser explicado pela grande quantidade de casca de arroz encontrada nas amostras (NRC, 1996; SAHOO et al. 1999).

Na tabela 2 são apresentados os dados médios para massa de forragem (MF), carga animal (CA) e composição estrutural da pastagem. A MF média foi de 6837,10 kg de MS por ha e a CA de 3753,55 kg de PV por hectare. RESTLE et al. (2002) quando trabalharam com produção animal em sorgo forrageiro obtiveram resultados inferiores (MF de 2039 kg de MS/ha e CA de 1389 kg de PV/ha) aos apresentados neste experimento, mas os autores citados trabalharam com pastejo

contínuo. O sorgo apresentou uma participação na MS de 85,09% na composição estrutural da pastagem, e as outras espécies, com destaque ao papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc), ficaram com 14,89%.

Tabela 1- Composição química da simulação de pastejo (SP) e suplementos na base seca (% MS)

Composição química	*Suplementos				
	SP	T0FAD(² FGM)	T33FAD	T66FAD	T100FAD(³ FAD)
MS %	22,93	84,39	85,98	87,90	89,31
	% da MS				
**PB	9,63	19,84	16,93	15,05	13,27
FDN	50,07	27,75	27,58	21,56	20,84
FDA	23,74	7,72	8,93	10,62	11,89
NIDN	0,41	0,22	0,17	0,19	0,19
NIDA	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03
LDA	2,88	1,28	3,84	3,00	4,44
EE	2,80	4,54	3,17	5,07	5,13
MM	7,46	8,49	13,53	18,96	23,97
MO	92,53	91,51	86,46	81,04	76,02
NDT ¹	66,13	76,66	65,79	65,86	59,45
DIVMS	71,77	77,76	75,25	73,59	72,89

¹Estimado pelo NRC (1996).

²FGM= farelo de glúten de milho

³FAD = farelo de arroz desengordurado

* T0FAD à T100FAD = níveis de inclusão de FAD de 0 a 100% na ração, em substituição ao FGM

**PB=proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido, LDA= lignina em detergente ácido, EE= estrato etéreo, MM= matéria mineral, MO= matéria orgânica, NDT= nutrientes digestíveis totais e DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Tabela 2- Dados produtivos da pastagem de sorgo forrageiro

Parâmetros	Média
Massa de forragem, kg de MS/ha	6837,10
Carga animal, kg de PV/ha	3753,55
Sorgo, % de participação na MS	85,09
Outras espécies, % de participação na MS	14,89
	Sorgo
Folhas, % de participação na MS	12,86
Colmo, % de participação na MS	67,10
Material morto, % de participação na MS	5,11
	Outras Espécies
Folhas, % de participação na MS	12,07
Material morto, % de participação na MS	2,81

As médias relativas à técnica de produção de gás *in vitro* são apresentadas na tabela 3. A SP apresentou um volume final (VF) de gases de 241,95 ml e este foi superior numericamente aos suplementos, que tiveram VF médio de 205,12 ml. Isto indica que a forragem tem um potencial fermentativo maior que os suplementos. A taxa de produção de gases da SP (3,8%/hora) foi inferior à 4,9%/hora encontrado por MAURÍCIO et al. (2003), que testaram diversos híbridos de sorgo para silagem. Os mesmos autores descrevem o “lag time” como o período inicial da fermentação e no presente experimento foi de 3,3 horas para a SP, sendo superior à 2,25h encontrados pelos pesquisadores citados acima.

Tabela 3 - Volume final de produção de gases, taxa de produção de gases e lag time das amostras de simulação de pastejo (SP) e suplementos

Parâmetro	**SP	*Suplementos			
		T0FAD (¹ FGM)	T33FAD	T66FAD	T100FAD (² FAD)
Volume Final, ml	241,95	227,1	225	193,6	174,8
***TPG, % /hora	3,8	3,2	4,0	4,0	4,1
Lag Time, horas	3,3	2,0	2,6	3,0	2,1

¹FGM= farelo de glúten de milho

²FAD = farelo de arroz desengordurado

* T0FAD à T100FAD = níveis de inclusão de FAD de 0 a 100% na ração, em substituição ao FGM

** Amostras de forragem obtidas por simulação de pastejo

***TPG = Taxa de produção de gases

Os suplementos apresentaram VF distintos, sendo o menor valor (174,8 ml) para o FAD. A alta concentração de MM (23,97%) que este alimento apresentou, certamente influenciou negativamente o seu potencial de fermentação. O FGM apresentou uma taxa de produção de gases de 3,2 %/hora, contra 4,1%/hora do FAD, indicando que o FGM possui uma degradabilidade ruminal mais lenta. O lag time foi semelhante entre os suplementos utilizados, ficando em média 2,05 horas.

Os dados de desempenho animal do experimento 1 estão expressos na tabela 4. Não houve diferença ($P>0,05$) para as médias dos tratamentos nas variáveis escore corporal (EC) e consumo de forragem (CF) quando expresso em kg e % do PV, tendo média de 4,40 e 1,96, respectivamente. De acordo com o nível de suplementação (NS) energética pode ocorrer substituição do CF pelo concentrado, mas pelos resultados obtidos não foi observado, apesar de um decréscimo numérico linear no CF. Segundo CATON & DHUYVETTER (1997) os efeitos negativos sobre o consumo e

digestibilidade ruminal seriam notados com fornecimento de suplemento em nível igual ou superior a 0,8% do PV ou 30 g por kg de peso metabólico.

Foi caracterizado no presente experimento o efeito aditivo sobre o CMS, onde os nutrientes do suplemento se somam aos da forragem para incrementar o CMS e consequentemente o ganho de peso médio diário (GMD). Estes resultados concordam com os obtidos por FRIZZO et al. (2003), onde os autores observaram efeito aditivo quando o nível de suplementação energética foi de 0,70% do PV e substitutivo ao nível de 1,4% do PV. Já ROCHA et al. (2003) observaram efeito substitutivo a 1,0% do PV, quando utilizaram grão de sorgo moído na recria de bezerras de corte.

Tabela 4 – Desempenho animal em função dos níveis de suplementação com farelo de glúten de milho em relação ao peso vivo (PV) dos animais

Parâmetros	Tratamentos*				Média	EP
	FGM 0	FGM 0,25	FGM 0,50	FGM 0,75		
Peso, Kg	226,92	232,48	236,23	236,52	233,03	3,16
**EC, pontos	2,68	2,72	2,76	2,73	2,72	0,06
GMD, kg	0,63	0,94	0,95	0,94	0,86	0,06
CMS, Kg	4,79	4,92	5,44	5,89	5,26	0,20
CMS, % PV	2,15	2,20	2,37	2,65	2,34	0,11
CF, KG	4,78	4,36	4,30	4,16	4,40	0,26
CF, % PV	2,15	1,95	1,87	1,88	1,96	0,48
CTM, g	84,73	87,42	95,08	104,44	92,91	4,30

*FGM=Farelo de Glúten de Milho de 0 a 0,75 % do PV

**Escala de 1 a 5, onde 1= muito magro e 5= muito gordo

CF= consumo de forragem

Peso= $225,36 + 20,46X$ ($P<0,05$; $R^2=0,766$)

GMD (Ganho médio diário)= $0,718 + 0,409X$ ($P<0,05$; $R^2=0,777$)

CMS (Consumo de matéria seca), kg = $4,63 + 1,68X$ ($P<0,05$; $R^2=0,835$)

CMS, %PV= $2,09 + 0,67X$ ($P<0,05$; $R^2=0,724$)

CTM (Consumo por unidade de tamanho metabólico) = $82,58 + 27,55X$ ($P<0,05$; $R^2=0,777$)

O GMD apresentou média de 0,860 kg/animal/dia e foi significativamente ($P<0,05$) influenciado pelos tratamentos, ficando evidenciado um acréscimo linear à medida que aumentou o NS. Estes resultados são superiores aos obtidos por ELIZALDE et al. (1998) que encontraram GMD de 0,690 kg em novilhos consumindo 1,4 kg de FGM por dia e também superiores aos 0,500 kg/animal/dia encontrados por GOMES et al. (2002) que trabalharam com animais em fase de recria, suplementados com FGM em gramíneas tropicais na época de seca. Quando trabalharam com níveis de PB para bezerros recém desmamados, PASCOAL et al. (2000) obtiveram GMD médio de 0,692 kg.

O peso dos animais também teve comportamento linear crescente ($P<0,005$) e pode ser explicado pelos diferentes GMD, já que os animais tiveram o mesmo peso inicial.

Ainda na tabela 4, os CMS em kg e porcentagem do PV, ficaram em média 5,26 e 2,34, respectivamente, e sofreram influência ($P<0,005$) dos tratamentos, aumentando linearmente com o NS. O efeito aditivo sobre o CMS ficou caracterizado, já que o CF não teve o mesmo comportamento do CMS. No experimento de TIBO et al. (2000) foi observado o mesmo efeito linear crescente dos níveis de concentrado sobre o CMS, ficando com média (1,85 % do PV) um pouco abaixo do presente experimento. Este fenômeno não foi observado no trabalho de WHELEER et al. (2002) que não verificaram aumento do CMS (média de 2,23 % do PV) em vacas de corte mantidas em pastagem de estação quente com NS protéicos. Quando trabalharam com diferentes idades de rebrota em pastagens, HITCHCOCK et al. (1990) obtiveram um CMS médio de 2,56% do PV com novilhos da raça Aberdeen Angus.

Os tratamentos influenciaram ($P<0,05$) o CTM que ficou em média 100,34g por unidade de peso metabólico e se enquadrou em uma equação de regressão linear e crescente. Estes valores são semelhantes aos obtidos por HITCHCOCK et al. (1990) que observaram um CTM médio de 106,2 g por unidade de peso metabólico.

Na tabela 5 estão expressos os dados de desempenho animal para o experimento 2. Os tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis peso, EC e GMD, ficando estas em média 225,99 kg, 2,70 pontos e 0,630 kg /animal/ dia, respectivamente. PARDO et al. (2003) avaliaram novilhos mestiços de 15 meses de idade média e observaram GMD médio de 0,530 kg com NS utilizando grão de sorgo moído.

Tabela 5 – Desempenho animal em função dos níveis de suplementação com farelo de arroz desengordurado em relação ao peso vivo dos animais

Parâmetros	Tratamentos*			Média	EP
	FAD 0	FAD 0,40	FAD 0,75		
Peso, Kg	223,58	228,87	225,53	225,99	3,98
**EC, pontos	2,68	2,71	2,73	2,70	0,06
GMD, kg	0,62	0,80	0,49	0,63	0,13
CMS, Kg	4,72	5,78	6,31	5,60	0,22
CMS, % PV	2,14	2,66	2,85	2,55	0,14
CF, KG	4,71	4,88	4,57	4,72	0,22
CF, % PV	2,14	2,26	2,07	2,15	0,14
CTM, g	84,76	104,32	111,95	100,34	4,87

*FAD = Farelo de Arroz Desengordurado, de 0 a 0,75 % do peso vivo

** EC= escore corporal na escala de 1 a 5, onde 1= muito magro e 5= muito gordo

GMD= ganho médio diário

CMS (consumo de matéria seca), $\text{kg} = 4,72 + 2,29X$ ($P<0,05$; $R^2=0,906$)

CMS, %PV= $2,19 + 0,92X$ ($P<0,05$; $R^2=0,796$)

CF= consumo de forragem

CTM (consumo por unidade de tamanho metabólico), $g = 85,87 + 37,31X$ ($P<0,05$; $R^2=0,851$)

Embora o efeito quadrático não tenha sido significativo, os dados indicaram um GMD numericamente inferior para o FAD 0,75 em relação aos demais tratamentos. Como o CMS (expresso em kg e % do PV) aumentou ($P<0,05$) de acordo com o NS, o GMD deveria ter acompanhado tal comportamento, já que neste nível de suplementação se observa efeito aditivo do concentrado no desempenho animal (CATON & DHUYVETTER, 1997; FRIZZO et al. 2003). Este fato pode ser explicado por uma possível acidose ruminal crônica no FAD 0,75 já que os animais apresentaram sinais clínicos de laminite, como por exemplo, edema e sangramento nos cascos (OWENS et al. 1998). O CMS ficou com média de 2,55% do PV, e também foi linear no trabalho de BERCHIELLI et al. (1994) quando utilizaram incrementos nas proporções de concentrados nas dietas. Quando trabalharam com três níveis de consumo, e aproximadamente 40% de concentrado na dieta, LEÃO et al. (2005b) observaram aumento linear do CMS em % do PV com novilhos confinados.

Ainda na tabela 5, pode-se constatar que os NS com FAD não provocaram efeito substitutivo sobre o CF, já que não foi observado decréscimo ($P<0,05$) do CF (expresso em kg e % do PV) de acordo com os tratamentos, obtendo-se em média 4,72 e 2,15, respectivamente. O CF em % do PV foi inferior ao de ALMEIDA et al. (2003) que trabalharam com bezerros recém desmamados e PV médio de 138 kg mantidos em pastagens tropicais, e obtiveram CF de 2,70% do PV na época seca e 2,40% do PV nas águas. EUCLIDES et al. (1993) observaram consumos de 2,32 e 2,38% do PV, em pastagens de *B. decumbens* e de *B. brizantha*. Quando o CF do tratamento FAD 0 (2,14% PV) é comparado aos dados de literatura citados acima, este é inferior, mas vale a pena ressaltar que estes animais receberam apenas 4 horas de pastejo diário.

Os tratamentos tiveram influência significativa ($P<0,05$) sobre o CTM, e este se enquadrou em uma equação de regressão linear e crescente, à medida que os NS foram acrescidos, tendo uma média de 100,34g por unidade de peso metabólico. Estes valores são semelhantes aos obtidos no experimento 1 e também aos de HITCHCOCK et al. (1990).

Os resultados obtidos para o desempenho animal no experimento 3 estão expressos na tabela 6. As variáveis peso e EC não foram influenciadas significativamente ($P>0,05$) pelos tratamentos, ficando em média 238,39 kg e 2,75 pontos, respectivamente.

Apesar dos dados indicarem um comportamento linear e decrescente para o GMD, à medida que o nível de inclusão de FAD teve acréscimo, este não foi estatisticamente significativo ($P>0,05$), ficando com a média de 0,912 kg/animal/dia. Os resultados obtidos para o GMD foram similares aos obtidos por FORSTER et al. (1993) que trabalharam com suplementação (FAD e milho) à pasto com novilhos, e observaram GMD médio de 0,831 kg/animal/dia.

Tabela 6 – Desempenho animal em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de arroz desengordurado no suplemento

Parâmetros	*Tratamentos					EP
	T0FAD	T33FAD	T66FAD	T100FAD	Média	
Peso, kg	238,30	242,06	243,42	229,80	238,39	5,77
**EC, pontos	2,73	2,80	2,76	2,74	2,75	0,05
GMD, Kg	0,96	1,08	1,09	0,50	0,912	0,18
CMS, Kg	5,92	6,48	5,95	6,40	6,18	0,18
CMS, % PV	2,65	2,79	2,55	2,83	2,70	0,10
CF, KG	4,19	4,73	4,19	4,64	4,44	0,22
CF, % PV	1,89	2,04	1,80	2,06	1,94	0,10
CTM, g	104,69	112,71	102,97	111,98	108,08	3,80

*T0FAD à T100FAD = níveis de 0 a 100% de farelo de arroz desengordurado (FAD) na ração em substituição ao farelo de glúten de milho (FGM).

**EC= escore corporal na escala de 1 a 5, onde 1= muito magro e 5= muito gordo

GMD= ganho médio diário

CMS=consumo de matéria seca

CF= consumo de forragem

CTM= consumo por unidade de tamanho metabólico

O T100FAD ficou com GMD médio de 0,500 kg/animal/dia, e após um estudo de contrastes verificou-se diferença estatística ($P=0,025$) quando comparado contra os demais tratamentos. O baixo desempenho do T100FAD provavelmente seja explicado por uma laminite em decorrência de acidose ruminal, já que estes novilhos apresentaram sinais clínicos compatíveis com a enfermidade (OWENS et al. 1998). Os bovinos que receberam FGM não apresentaram nenhuma alteração patológica que pudesse comprometer o seu desempenho e segundo KREHBIEL et al. (1995) o FGM, com alto teor de fibra e baixo nível de amido, pode atuar reduzindo desordens metabólicas relacionadas com acidose ruminal.

O CMS e CF (em kg e % PV) não sofreram influência dos tratamentos, ficando em média 6,18; 2,70; 4,44 e 1,94 respectivamente. O CMS em % PV deste experimento foi numericamente superior aos obtidos por SAHOO et al. (1999) que trabalharam com novilhos submetidos a diferentes níveis de inclusão de FAD na dieta, e conseguiram CMS médio de 2,47 % do PV. Estes autores também não observaram efeito da inclusão de FAD no consumo de volumoso. Ainda na

tabela 6, pode-se observar que o CTM não foi alterado ($P>0,05$) com os níveis de inclusão de FAD ficando com média de 108,8 g por unidade de peso metabólico.

3.6 Conclusões

O farelo de glúten de milho demonstrou potencializar o ganho de peso médio diário de acordo com o aumento do nível de suplementação em relação ao peso vivo.

O farelo de arroz desengordurado pode ser utilizado isoladamente em suplementação aproximadamente à 0,40% do peso vivo dos animais. Níveis acima destes podem prejudicar o desenvolvimento dos bovinos.

A mistura dos dois suplementos não influenciou o desempenho dos animais.

3.6 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, R.G. et al. Consumo, Composição Botânica e Valor Nutritivo da Dieta de Bovinos em Pastos Tropicais Consorciados sob Três Taxas de Lotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.1, p.29-35, 2003.

ANKOM TECHNOLOGY CORPORATION, Macedon, New York, USA. www.ankom.br.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12 ed. Washington, D. C. , 1995.

BERCHIELLI, T.T. et al. Fluxo de nitrogênio duodenal e degradabilidade ruminal do nitrogênio da dieta estimado por meio de três marcadores microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.810-819, 1994.

CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of Energy Supplementation on Grazing Ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, v.75, p.533-542, 1997.

CZARNOCKI, J. et al. The determination of chromium oxide in samples of feed and excreta by acid digestion and spectrophotometry. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 4, p.167-179, 1961.

ELIZALDE, J.C. et al. Performance and digestion by steers grazing tall fescue and supplement with energy and protein. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1691-1701, 1998.

EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.L.S.; OLIVEIRA, M.P. Consumo de forragem por novilhos pastejando cinco gramíneas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Niterói. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993, p.491.

FORSTER, L.A.JR.et al. Feed Intake, Digestibility, and Live Weight Gain by Cattle Consuming Forage Supplemented with Rice Bran and(or) Corn. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3105-3114, 1993.

FRIZZO, et al. Suplementação energética na recria de bezerras de corte mantidas em pastagem pastagem de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.643-652, 2003.

GOES, R.H.T.B. et al. Avaliação Qualitativa da Pastagem de Capim Tanner-Grass (*Brachiaria arrecta*), por Três Diferentes Métodos de Amostragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.1, p.64-69, 2003.

GOETSH, A. L. et al. Effects of Animal and Supplement Characteristics on Average Daily Gain of Grazing Beef Cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p.433-442, 1991.

GOMES, P.J. et al. Desempenho de Novilhos Mestiços na Fase de Crescimento Suplementados Durante a Época Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.139-147, 2002.

GROVUM, W. L. & WILLIAMS, V. J. Rate of passage of digesta in sheep. IV. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate constants derived from the changes in concentration of marker in feces. **The British Journal of Nutrition**, v. 30, p. 313-329, 1973.

HITCHCOCK, R.A. et al. Forage Composition and intake by steers grazing vegetative regrowth in low endophyte tall fescue pasture. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2848-2851, 1990.

KOMAREK, A.R. A filter bag procedure for improved efficiency of fiber analysis. **Journal of Dairy Science, Supplement**, p.309, 1993.

KOZLOSKI, G.V. et al. Potential nutritional assessment of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) by chemical composition, digestion and net portal flux of oxygen in cattle. **Animal Feed Science Technology**, v.104, p.29-40, 2003.

KREHBIEL, C.R. et al. Feeding Wet Corn Gluten Feed to Reduce Subacute Acidosis in Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2931-2939, 1995.

LEÃO, M.I. et al. Consumos e Digestibilidades Totais e Parciais de Carboidratos Totais, Fibra em Detergente Neutro e Carboidratos Não-Fibrosos em Novilhos Submetidos a Três Níveis de Ingestão e Duas Metodologias de Coleta de Digestas Abomasal e Omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.670-678, 2005b.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.

LICITRA, G. et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MAURICIO, R.M. et al. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Animal Feed Science Technology**, v.79, p.321-330, 1999.

MAURÍCIO, R.M. et al. Potencial da Técnica *in Vitro* Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.

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

OWENS, F.N. et al. Acidosis in Cattle: A Review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.275-286, 1998.

PASCOAL, L.L.; EIFERT, E.C.; RESTLE, J. Nível de Proteína Bruta para Bezerros de Corte Desmamados aos 66 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p. 1537-1544, 2000.

PARDO, R.M.P. et al. Níveis Crescentes de Suplementação Energética sobre o Desenvolvimento de Novilhos Mantidos em Pastagem Natural na Encosta do Sudeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1397-1407, 2003.

PHILLIPS, W.A.; HORN, G.W.; SMITH, M.E. Effect of protein supplementation on forage intake and nitrogen balance of lambs fed freshly harvested wheat forage. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2686-2693, 1995.

POPPI, D.P. & Mc LENNAN, D.S. Protein and Energy Utilization by Ruminants at Pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p.278-290, 1995.

RESTLE, J. et al. Produção Animal em Pastagem com Gramíneas de Estação Quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1491-1500, 2002 (suplemento).

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The Detergent System of Analysis. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), **The Analysis of Dietary Fibre in Food**. Marcel Dekker, NY, Chapter 9, p.123-158, 1981.

ROCHA, M.G. et al. Alternativas de Utilização da Pastagem Hiberna para Recria de Bezerras de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p. 383-392, 2003.

SAHOO, A.; AGARWAL, N.; KAMRA, D.N. Influence of the Level of Molasses in De-oiled Rice Bran-based Concentrate Mixture on Rumen Fermentation Pattern in Crossbred Cattle Calves. **Animal Feed Science and Technology**, V. 80, P. 83-90, 1999.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: statistics** 7 ed. Version 6.11 Cary, NC: v.2, 943 p., 1997.

SCHOFIELD, P.; PITT, J.R.E.; PELL, A.N. Kinetics of Fiber Digestion from In Vitro Gas Production. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2980-2991, 1994.

TERRY R. A.; TILLEY, J.M.A.; OUTEN, G. E. Effect of pH on Cellulose Digestion under in vitro Conditions. **Journal of Science and Food Agricultural**. v. 20, p.317-320, 1969.

TIBO, G.C. et al. Níveis de Concentrado em Dietas de Novilhos Mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.910-920, 2000.

VILLARES, J.B. Zebu e produtividade de bovinos nos trópicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1984. p.76.

WHEELER, J.S. et al. Effects of supplementation on intake, digestion, and performance of beef cattle consuming fertilized, stockpiled bermudagrass forage. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 780-789, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A- Análise de Variância para o ganho de peso médio diário (gmd) do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,17412028	0,17412028	1,76	0,2110
Tratamento	3	0,16225113	0,05408371	2,38	0,2102
*Rep(TRAT)	4	0,09079287	0,02269822	0,23	0,9158
Período	1	0,14667045	0,14667045	1,49	0,2483
Tratamento*período	3	0,31024565	0,10341522	1,05	0,4099
Erro b	11	1,08554714	0,09868610		

APÊNDICE B- Análise de Variância para o peso do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	10673,07743	10673,07743	439,98	<,0001
Tratamento	3	242,1798358	80,7266119	1,35	0,3770
*Rep(TRAT)	4	239,06511	59,76628	2,46	0,1067
Período	1	1218,37500	1218,37500	50,23	<,0001
Tratamento*período	3	52,45833	17,48611	0,72	0,5602
Erro b	11	266,83924	24,25811		

APÊNDICE C- Análise de Variância para o escore corporal (ec) do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00000180	0,00000180	0,00	0,9829
Tratamento	3	0,10669656	0,03556552	1,27	0,3970
*Rep(TRAT)	4	0,11184460	0,02796115	7,49	0,0036
Período	1	0,05510417	0,05510417	14,77	0,0027
Tratamento*período	3	0,02197917	0,00732639	1,96	0,1780
Erro b	11	0,04103987	0,00373090		

APÊNDICE D - Análise de Variância para os parâmetros consumo de matéria seca total (CMS) do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	5,12692581	5,12692581	14,83	0,0027
Tratamento	3	2,33939811	0,77979937	2,99	0,1585
*Rep(TRAT)	4	1,04195152	0,26048788	0,75	0,576
Período	1	17,00166667	17,00166667	49,17	<,0001
Tratamento*período	3	0,26150000	0,08716667	0,25	0,8582
Erro b	11	3,80385752	0,34580523		

APÊNDICE E - Análise de Variância para os parâmetros consumo de matéria seca em percentagem de peso vivo (CMSPV) do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00441445	0,00441445	0,07	0,7996
Tratamento	3	0,70817478	0,23605826	2,95	0,1618
*Rep(TRAT)	4	0,32042363	0,08010591	1,23	0,3543
Período	1	2,14203750	2,14203750	32,83	0,0001
Tratamento*período	3	0,07194583	0,02398194	0,37	0,7780
Erro b	11	0,71780222	0,06525475		

APÊNDICE F- Análise de Variância para o parâmetros consumo de forragem (CF) do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	3,78560674	3,78560674	11,95	0,0054
Tratamento	3	0,76945867	0,25648622	0,60	0,6468
*Rep(TRAT)	4	1,70205447	0,42551362	1,34	0,3145
Período	1	15,55260000	15,55260000	49,11	<,0001
Tratamento*período	3	0,32876667	0,10958889	0,35	0,7927
Erro b	11	3,48340159	0,31667287		

APÊNDICE G - Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem em percentagem do peso vivo(CFPV) do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00560817	0,00560817	0,08	0,7772
Tratamento	3	0,14239602	0,04746534	0,60	0,6476
*Rep(TRAT)	4	0,31575551	0,07893888	1,18	0,3706
Período	1	2,12415000	2,12415000	31,86	0,0002
Tratamento*período	3	0,07658333	0,02552778	0,38	0,7674
Erro b	11	0,73341683	0,06667426		

APÊNDICE H - Análise de Variância para o parâmetro consumo em tamanho metabólico (CTM) do experimento 1

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00013548	0,00013548	1,24	0,2892
Tratamento	3	0,00099897	0,00033299	3,01	0,1576
*Rep(TRAT)	4	0,00044283	0,00011071	1,01	0,4419
Período	1	0,00365778	0,00365778	33,48	0,0001
Tratamento*período	3	0,00011424	0,00003808	0,35	0,7910
Erro b	11	0,00120185	0,00010926		

APÊNDICE I - Análise de Variância para o parâmetro ganho de peso médio diário (gmd) do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,09123814	0,09123814	1,17	0,3111
Tratamento	2	0,12274249	0,06137125	0,58	0,6104
*Rep(TRAT)	3	0,31497913	0,10499304	1,35	0,3266
Período	1	0,14907533	0,14907533	1,91	0,2043
Tratamento*período	2	0,60832451	0,30416226	3,90	0,0658
Erro b	8	0,62421160	0,07802645		

APÊNDICE J - Análise de Variância para o parâmetro peso do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	11860,03053	11860,03053	629,17	<,0001
Tratamento	2	235,2056874	117,6028437	1,25	0,4036
*Rep(TRAT)	3	283,01382	94,33794	5,00	0,0305
Período	1	304,22222	304,22222	16,14	0,0039
Tratamento*período	2	82,11111	41,05556	2,18	0,1757
Erro b	8	150,80280	18,85035		

APÊNDICE K - Análise de Variância para o parâmetro escore corporal (ec) do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00744298	0,00744298	1,39	0,2730
Tratamento	2	0,02301434	0,01150717	0,43	0,6868
*Rep(TRAT)	3	0,08085548	0,02695183	5,02	0,0303
Período	1	0,00055556	0,00055556	0,10	0,7560
Tratamento*período	2	0,00027778	0,00013889	0,03	0,9746
Erro b	8	0,04297369	0,00537171		

APÊNDICE L - Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca total (CMS) do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	5,36128245	5,36128245	10,90	0,0108
Tratamento	2	1,92148667	0,96074334	3,16	0,1827
*Rep(TRAT)	3	0,91243127	0,30414376	0,62	0,622
Período	1	4,67160556	4,67160556	9,50	0,0151
Tratamento*período	2	2,44067778	1,22033889	2,48	0,1451
Erro b	8	3,93470088	0,49183761		

APÊNDICE M - Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV) do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,08466684	0,08466684	0,90	0,3701
Tratamento	2	0,57379326	0,28689663	2,31	0,2474
*Rep(TRAT)	3	0,37328500	0,12442833	1,33	0,3322
Período	1	0,45760556	0,45760556	4,87	0,0583
Tratamento*período	2	0,51701111	0,25850556	2,75	0,1231
Erro b	8	0,75105816	0,09388227		

APÊNDICE N - Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem (CF) do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	3,58408870	3,58408870	6,74	0,0318
Tratamento	2	1,00716857	0,50358429	1,68	0,3245
*Rep(TRAT)	3	0,90097325	0,30032442	0,56	0,6533
Período	1	3,93868889	3,93868889	7,41	0,0262
Tratamento*período	2	2,97274444	1,48637222	2,80	0,1200
Erro b	8	4,25281963	0,53160245		

APÊNDICE O - Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem em percentagem do peso vivo (CFPV) do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,07185881	0,07185881	0,69	0,4292
Tratamento	2	0,43319213	0,21659606	1,80	0,3070
*Rep(TRAT)	3	0,36173825	0,12057942	1,16	0,3821
Período	1	0,41102222	0,41102222	3,96	0,0816
Tratamento*período	2	0,58884444	0,29442222	2,84	0,1169
Erro b	8	0,82932452	0,10366556		

APÊNDICE P - Análise de Variância para o parâmetro consumo em tamanho metabólico (CTM) do experimento 2

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00000137	0,00000137	0,01	0,9261
Tratamento	2	0,00078200	0,00039100	2,78	0,2077
*Rep(TRAT)	3	0,00042241	0,00014080	0,94	0,4637
Período	1	0,00071084	0,00071084	4,77	0,0606
Tratamento*período	2	0,00094213	0,00047106	3,16	0,0975
Erro b	8	0,00119313	0,00014914		

APÊNDICE Q - Análise de Variância para o parâmetro ganho de peso médio diário (GMD) do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,10275478	0,10275478	2,17	0,1687
Tratamento	3	0,57121623	0,19040541	0,78	0,5619
*Rep(TRAT)	4	0,97162370	0,24290592	5,13	0,0140
Período	1	0,44204082	0,44204082	9,34	0,0109
Tratamento*período	3	0,41349962	0,13783321	2,91	0,0822
Erro b	11	0,52066926	0,04733357		

APÊNDICE R - Análise de Variância para o parâmetro peso do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	4732,756137	4732,756137	337,88	<,0001
Tratamento	3	604,8020635	201,6006878	0,81	0,5495
*Rep(TRAT)	4	991,474193	247,868548	17,70	<,0001
Período	1	805,041667	805,041667	57,47	<,0001
Tratamento*período	3	173,458333	57,819444	4,13	0,0345
Erro b	11	154,07720	14,00702		

APÊNDICE S - Análise de Variância para o parâmetro escore corporal (ec) do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00086228	0,00086228	0,10	0,7574
Tratamento	3	0,00960873	0,00320291	0,36	0,7860
*Rep(TRAT)	4	0,03555455	0,00888864	1,03	0,4325
Período	1	0,01500000	0,01500000	1,75	0,2133
Tratamento*período	3	0,02916667	0,00972222	1,13	0,3789
Erro b	11	0,09455439	0,00859585		

APÊNDICE T - Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca total (CMS) do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	2,90335857	2,90335857	10,38	0,0081
Tratamento	3	0,85849574	0,28616525	1,43	0,3587
*Rep(TRAT)	4	0,80133387	0,20033347	0,72	0,5981
Período	1	5,75260417	5,75260417	20,57	0,0009
Tratamento*período	3	3,00304583	1,00101528	3,58	0,0503
Erro b	11	3,07645809	0,27967801		

APÊNDICE U - Análise de Variância para o parâmetro consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMSPV) do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00655832	0,00655832	0,11	0,7459
Tratamento	3	0,21678036	0,07226012	1,10	0,4473
*Rep(TRAT)	4	0,26360388	0,06590097	1,11	0,3999
Período	1	0,31740000	0,31740000	5,35	0,0411
Tratamento*período	3	0,46026667	0,15342222	2,58	0,1062
Erro b	11	0,65302501	0,05936591		

APÊNDICE V - Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem (CF) do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	1,38512491	1,38512491	4,41	0,0597
Tratamento	3	0,90437489	0,30145830	1,35	0,3763
*Rep(TRAT)	4	0,89092768	0,22273192	0,71	0,6028
Período	1	3,84800417	3,84800417	12,24	0,0050
Tratamento*período	3	3,08054583	1,02684861	3,27	0,0630
Erro b	11	3,45865009	0,31442274		

APÊNDICE X - Análise de Variância para o parâmetro consumo de forragem em percentagem do peso vivo (CFPV) do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00510367	0,00510367	0,08	0,7875
Tratamento	3	0,22906773	0,07635591	1,18	0,4211
*Rep(TRAT)	4	0,25791291	0,06447823	0,96	0,4648
Período	1	0,25626667	0,25626667	3,83	0,0761
Tratamento*período	3	0,50280000	0,16760000	2,51	0,1131
Erro b	11	0,73563800	0,06687618		

APÊNDICE Z - Análise de Variância para o parâmetro consumo em tamanho metabólico (CTM) do experimento 3

CAUSAS	GL	SQ	QM	F	P<
Peso Inicial	1	0,00000474	0,00000474	0,05	0,8284
Tratamento	3	0,00031601	0,00010534	1,36	0,375
*Rep(TRAT)	4	0,00031020	0,00007755	0,81	0,546
Período	1	0,00050055	0,00050055	5,20	0,0435
Tratamento*período	3	0,00086422	0,00028807	2,99	0,0773
Erro b	11	0,00105885	0,00009626		

APÊNDICE AA - Concentração de Óxido de Cromo obtidas no aparelho de espectrofotometria de absorção atômica, nas amostras do experimento 1

Animal	PERÍODO 1	PERÍODO 2
	(ug/ml)	(ug/ml)
	FGM 0,75	
3260	20,9054	17,0475
3270	16,5605	15,445
3272	14,0605	11,272
	FGM 0,50	
3312	18,1575	13,568
3333	27,44285	18,1435
3271	15,8825	12,83
	FGM 0,25	
3297	21,9124	19,693
3321	27,625	16,778
3215	16,168	12,592
	FGM 0	
3242	23,6353	17,626
3309	23,13245	18,3295
3265	17,9505	14,0475

APÊNDICE AB - Leituras obtidas no aparelho de espectrofotometria de absorção atômica para a concentração de Óxido de Cromo para o experimento 2

Animais	PERÍODO 1	PERÍODO 2
	Cr (ug/ml)	Cr (ug/ml)
	FAD 0,75	
3273	16,2275	14,112
3295	12,943	18,4525
3211	11,021	11,458
	FAD 0,4	
3284	20,33065	17,7135
3229	15,016	11,1485
3281	15,5115	15,5325
	FAD 0	
3242	23,6353	17,626
3309	23,13245	18,3295
3265	17,9505	14,0475

APÊNDICE AC - Leituras obtidas no aparelho de espectrofotometria de absorção atômica para a concentração de Óxido de Cromo para o experimento 3

Animais	PERÍODO 1	PERÍODO 2
	Cr (ug/ml)	Cr (ug/ml)
	T100FAD	
3273	16,2275	14,112
3295	12,943	18,4525
3211	11,021	11,458
	T66FAD	
3234	16,0105	14,338
3314	16,7855	15,944
3227	12,9155	13,5005
	T33FAD	
3279	16,8915	12,834
3235	14,5465	11,415
3329	14,486	12,5305
	T0FAD	
3260	20,9054	17,0475
3270	16,5605	15,445
3272	14,0605	11,272

ILUSTRAÇÕES



Figura 1 – Novilhos utilizados nos experimentos.



Figura 2- Administração via oral do marcador Óxido de Cromo.



Figura 3 – Coletas de fezes para determinação da concentração do Óxido de Cromo